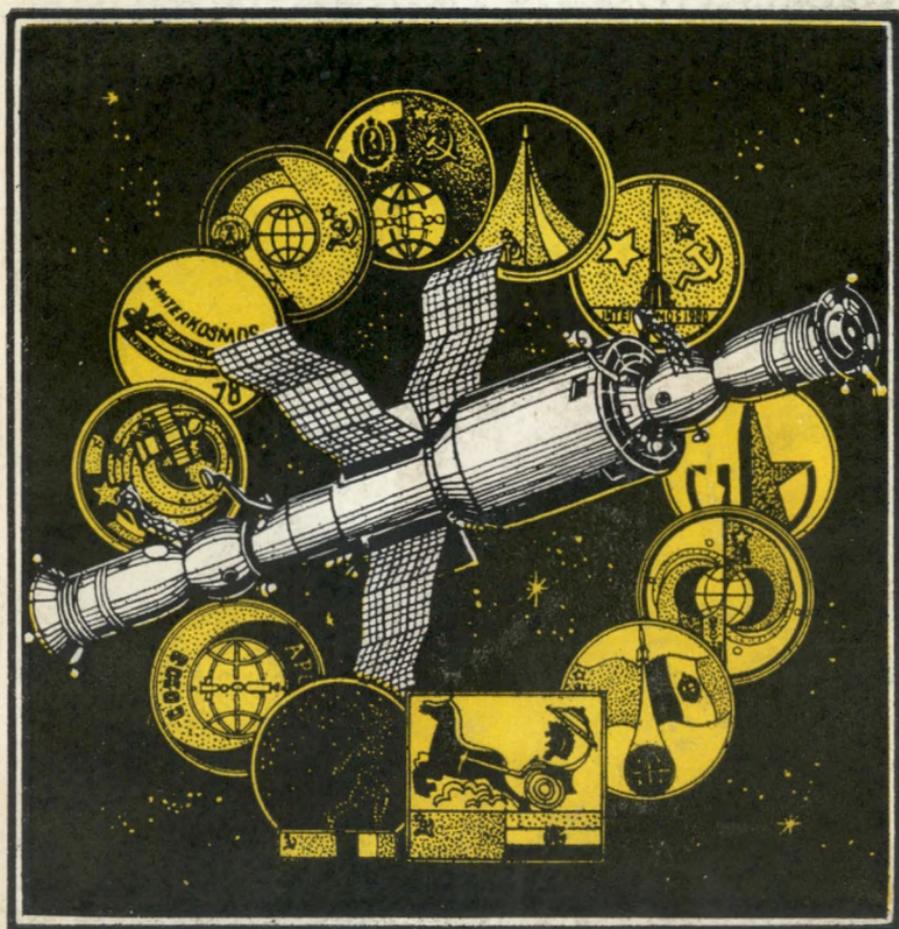


396
K59
В. И. КОЗЫРЕВ, С. А. НИКИТИН

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКИПАЖИ В КОСМОСЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО · НАУКА ·

39.6

к. 59

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
Серия «Планета Земля и Вселенная»

В. И. КОЗЫРЕВ
С. А. НИКИТИН

МЕЖДУНАРОДНЫЕ
ЭКИПАЖИ
В КОСМОСЕ

Ответственный редактор
академик
Р. З. САГДЕЕВ

384566



МОСКВА
«НАУКА»

1985

К 59 Козырев В. И., Никитин С. А. Международные экипажи в космосе.— М.: Наука, 1985.

В книге обстоятельно и доходчиво рассказано об основных вопросах, связанных с полетами международных экипажей: отбором кандидатов в космонавты и их подготовкой, разработкой научных программ полетов, ходом полетов, научно-исследовательской и другой деятельностью экипажей на орбите.

Издание рассчитано на широкий круг читателей, интересующихся космическими исследованиями.

36,7

Рецензенты:

член-корреспондент АН СССР

Н. С. КАРДАШЕВ,

летчик-космонавт СССР кандидат технических наук

В. Н. КУБАСОВ,

кандидат технических наук

А. А. НЕСТЕРЕНКО

К 3607000000-348 87—85 ИП
042(02)-85

© Издательство «Наука», 1985 г.

Сурхандарьинская
ОБЛАСТНАЯ БИБЛИОТЕКА
г. Термеза

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Человек в космосе — это всегда привлекает повышенное внимание. И это понятно. Пока еще каждый полет человека в космос — неординарное событие, и все, что с таким полетом связано, овеяно романтикой мужества и героизма.

Международный экипаж в космосе — это интересно вдвойне, так как подготовка и проведение полета международного экипажа в космос связаны с дополнительными сложностями.

Члены экипажа могут выучить язык друг друга, могут психологически «притереться» друг к другу за долгие часы, дни и месяцы совместных тренировок и научиться отлично понимать друг друга, но все-таки экипаж из космонавтов двух или нескольких стран, национальностей, а порой и выросших и воспитанных в различных социально-общественных условиях, таит в себе возможность непредсказуемых психологических нюансов в подходе к решению неожиданно возникших проблем, при появлении неопределенных, или, как их принято называть, нештатных, ситуаций. Поэтому опыт совместной работы международных экипажей, да еще в экстремальных условиях космического пространства, нам очень важен. Тем более что будущее развитие космонавтики неразрывно связано с расширением и углублением международного сотрудничества в этой области.

Землю недаром ведь часто сравнивают с гигантским космическим кораблем с экипажем в четыре с лишним миллиарда «космонавтов», уже много веков летящим в просторах Вселенной. Может быть, опыт общения лиц разных стран в космосе поможет всем нам лучше понимать друг друга на нашем общем «корабле», избавиться от недоверия, вражды, конфронтации, войн?

Книга В. И. Козырева и С. А. Никитина посвящена полетам в космос международных экипажей. Таких полетов было пока всего 14, считая несколько особняком стоящий экспериментальный полет космических кораблей «Союз» (СССР) и «Аполлон» (США). Это немного; на

фоне общего числа осуществленных двумя странами (СССР и США) пилотируемых космических полетов, которое на 1 марта 1985 г. составило 102, т. е. около 14%.

Но в этих международных полетах закладывается драгоценный опыт, который, несомненно, понадобится в будущих космических исследованиях. Придет время, и земляне начнут строить крупные сооружения в околоземном пространстве, организовывать экспедиции к далеким планетам. Такие грандиозные мероприятия возможны только усилиями многих стран и народов. И тогда-то опыт скромных, по будущим масштабам, международных экспедиций на советских орбитальных станциях «Салют» пригодится нашим потомкам.

А разве можно не отдать должное поистине огромной научной работе, проделанной в космосе международными экипажами! Выполненные ими эксперименты находились в русле важнейших направлений фундаментальных и прикладных наук, и результаты их исследований позволили нам продвинуться вперед в этих направлениях.

В сравнительно небольшой по объему книге В. И. Козыреву и С. А. Никитину удалось обстоятельно и доходчиво рассказать практически обо всех основных вопросах, связанных с полетами международных экипажей, об отборе кандидатов в космонавты и их подготовке, о разработке научных программ полетов, о ходе полетов, научно-исследовательской и другой деятельности экипажей на орбите. Книга обобщает обширный материал по полетам международных экипажей в космос, разбросанный в газетах, журналах, брошюрах и других изданиях, подчас малодоступных широкому читателю и носящих узкоспециальный характер. Детальный анализ этих полетов и их роли в развитии как космонавтики в целом, так и в международном сотрудничестве в этой области — дело будущего, но то, что сделано авторами в этом направлении, заслуживает безусловного одобрения и делает книгу не только интересной для читателей, увлекающихся космонавтикой, но и полезной для специалистов, работающих в различных областях космических исследований.

Академик Р. З. Сагдеев

История человеческого рода — это непрерывное стремление от темноты к свету. Поэтому не имеет смысла оспаривать пользу знаний: Человек стремится к знаниям, и когда он перестает поступать таким образом, он уже больше не Человек.

Ф. Хансен

Глава 1

МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАУЧНЫЕ СВЯЗИ И МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КОСМОСЕ

Немного из истории развития международных научных связей

Международные научные связи, международное сотрудничество ученых возникли, по мнению авторов, одновременно с наукой и развивались вместе с ней как объективная ее потребность. Наука по самой своей сути интернациональна, история естествознания со всей несомненностью подтверждает это. Стремление обменяться идеями, обсудить результаты эксперимента или теоретического трактата, наметить дальнейшие пути развития научного направления всегда, во все времена было плодотворной чертой истинного ученого-интернационалиста, преданного служителя науки. Эпистолярное наследие многих корифеев естествознания прошедших времен являет нам яркие тому свидетельства. Напомним об интереснейшей в научном отношении переписке петербургского математика академика Л. Эйлера со своими зарубежными корреспондентами. Или о научной полемике И. Ньютона с нидерландским ученым Гюйгенсом и немецким математиком Лейбницем — полемике, позволившей продвинуться далеко вперед в решении крупных научных проблем¹.

Конечно, история науки знает и другой тип ученого — замкнутого отшельника, ревниво оберегавшего от посторонних взоров свои работы и результаты изысканий и тщательно избегавшего общения с коллегами. Но не они определяли лицо науки. Или, наконец, озлобленный неудачник и человеконенавистник, долгие годы в тиши

¹ *Вавилов С. И.* Исаак Ньютон, М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1943.

кабинета или лаборатории вынашивающий планы научного открытия, которое даст ему власть над миром и возможность «отмщения», — это образ скорее из беллетристики или научной фантастики. Впрочем, как знать, возможно, историки науки XXI в., ссылаясь на пример С. Коэна (изобретателя нейтронной бомбы), будут иначе классифицировать характерные типы ученых.

Нам же здесь хотелось подчеркнуть важную особенность истории развития естествознания и техники — стремление ученых к контактам, к общению, к обмену идеями и итогами работ — особенность, которая в XX в. наряду с другими объективными причинами привела к широкому международному сотрудничеству в самых различных областях человеческого знания.

Значительно расширились возможности международных научных связей с открытием и началом книгопечатания. Это прежде всего позволило обобщить всю сумму знаний, накопленную человечеством до эпохи книгопечатания; во-вторых, крупные научные центры, университеты, академии стали выпускать печатные труды своих ученых, что способствовало широкому обмену ими, облегчило распространение научных идей и достижений, сделало научную мысль достоянием всего мирового сообщества ученых. Книгопечатание стало мощным стимулом распространения знаний, применения их к жизни. В 1761 и 1769 гг., можно сказать, появились элементы международной научной кооперации, когда астрономы нескольких стран провели совместные наблюдения довольно редкого астрономического явления — прохождения Венеры по диску Солнца. Широко известно, что в результате этих наблюдений великий русский ученый М. В. Ломоносов открыл у Венеры атмосферу, которая спустя два века доставила столько «хлопот» астрономам и исследователям космоса. В проведении этих первых координированных астрономических наблюдений принимали участие ученые Англии, Германии, России и Франции.

Однако до XVII—XVIII вв. международные научные связи носили все-таки случайный, ограниченный характер.

Дело коренным образом изменилось в XVIII—XIX вв. — развитие науки и техники, естествознания и промышленного производства двинулось гигантскими шагами. Потребности науки в рамках новой социально-экономической формации настойчиво требовали расширения, углубления, упрочения международных научных

связей, перерастания их в формы, отвечающие внутреннему процессу развития науки и делающие международное сотрудничество ученых постоянным фактором жизни науки.

Определенную роль в этом сыграло и само внутреннее развитие науки, стремительное и коренное изменение ее инфраструктуры. Миновало время ученых-энциклопедистов, способных своим творчеством охватить различные науки или все направления даже одной науки и сделать вклад в их развитие. «Древо» науки ветвилось и требовало от своих адептов все более узкой специализации. Одновременно усложнялись научные задачи, и их решение стало возможным уже не просто коллективными усилиями ученых одной страны, но лишь путем тесной кооперации различных специалистов многих стран. Это особенно характерно для таких областей науки, как физика, биология, химия.

Простой и яркий пример — открытие в XIX в. восьмой планеты Солнечной системы — Нептуна. Авторы научно-популярных книг по астрономии любят эффектно заявлять, что это открытие было сделано одним астрономом «на кончике пера». В действительности Нептун был открыт объединенными усилиями английских, французских и немецких математиков и астрономов².

Таким образом, в XVIII—XIX вв. международные научные связи стали перерастать тесные рамки эпистолярно-личных отношений и нерегулярных контактов. Появляются новые формы сотрудничества, например научные школы, возглавляемые выдающимися учеными, известные далеко за пределами своей страны. Традиция таких школ восходит еще к временам античности: Двери этих «школ», как правило, были широко распахнуты, их главы охотно допускали в свои лаборатории лиц любых национальностей и граждан любых государств, критерий отбора прост — наличие таланта и преданность науке.

Выдающийся советский физик академик П. Л. Капица учился у великого Резерфорда, стал его любимым учеником и многие годы проработал со своим учителем: между ними установилось близкое научное общение, длившееся 13 лет. Школу Резерфорда «прошли» новозеландский ученый Мерсден, немецкие физики Г. Гейгер и

² Фламарион К. Популярная астрономия. М.; Л.: Детгиз, 1941; Берри А. Краткая история астрономии. М.; Л.; 1946; Саймон Т. Поиски планеты ИКС. М.: Мир, 1966.

О. Ган, венгерский ученый Хевеши, японские физики Киношиту и Шимицу³, известные советские физики В. И. Павлов, Я. Р. Шмидт, Ю. Б. Харитон, К. Д. Сивельников, А. И. Лейпунский⁴. К середине XX в. эта форма международных научных связей вылилась в широкий международный обмен студентами, аспирантами, учеными-стажерами.

XIX век стал свидетелем претворения в жизнь первых крупных международных научных программ. В силу ряда объективных причин ученые многих отраслей науки пришли к убеждению: разрозненные усилия исследователей разных стран не дают желаемого эффекта, не позволяют во всей полноте охватить изучаемое явление, особенно если оно носит глобальный характер. Со всей очевидностью стало ясно: пора объединять усилия, концентрировать их на решающем направлении, подчинять свои работы единой, строго обоснованной и скоординированной программе.

Одними из первых в этом деле стали географы, астрономы, геофизики, медики, геологи, а одной из первых «ласточек» в этом направлении — первый Международный полярный год (1882—1883 гг.), который, несомненно, явился важной вехой не только в развитии геофизики, но и международного научного сотрудничества.

Программа первого МПГ была тщательно согласована, в ее реализации приняли участие ученые 12 стран (Австро-Венгрии, Англии, Германии, Голландии, Дании, Канады, Норвегии, России, США, Швеции, Финляндии, Франции), силами которых было организовано 13 станций в Арктике и 2 в Антарктике.

МПГ стал первой серьезной попыткой преобразовать в комплексные научные мероприятия полярные экспедиции, превратившиеся к тому времени в престижные интернациональные гонки к Северному полюсу. А затем последовали второй Международный полярный год (1932—1933 гг.), Международный геофизический год (1957—1958 гг.), в рамках которого был запущен первый в истории человечества советский искусственный спутник Земли⁵.

³ Данин Д. Резерфорд. М.: Мол. гвардия, 1966.

⁴ Иоффе А. Ф. Встречи с физиками. М.: Физматгиз, 1962.

⁵ Подробнее об этих международных программах см. в обстоятельной статье В. А. Егорова «Тройной юбилей международных геофизических исследований» (в кн.: Астрономический календарь, 1983 г.; Переменная часть. М.: Наука, 1982).

Наконец, XX столетие стало веком бурного образования и развития международных научных организаций — союзов, федераций, обществ, ассоциаций. Международные научные организации сложились еще в прошлом веке: одной из первых стала Международная геофизическая ассоциация, созданная в 1864 г. Сейчас нет практически ни одного крупного направления в науке или технике, которое не имело бы своей международной организации.

Члены этих организаций регулярно собираются на съезды, конгрессы, конференции, симпозиумы. Первый Международный географический конгресс состоялся еще в 1871 г. в Антверпене, а первый Международный конгресс геологов — в 1878 г. в Париже. Издаются труды на основе докладов и сообщений на этих форумах, многие международные организации выпускают свои периодические издания — журналы, ежегодники. Широко практикуется и такая форма встреч ученых, как международные семинары и коллоквиумы по отдельным, наиболее актуальным научным проблемам.

Конечно, съезды и конференции исследователей собираются не только под эгидой тех или иных международных организаций. Достаточно вспомнить знаменитые Сольвеевские конгрессы, на которые съезжались практически все выдающиеся физики и химики и на которых обсуждались животрепещущие и принципиальные вопросы естествознания. Роль этих конгрессов в развитии науки несомненна, каждый из них вносил решающий вклад в поставленную на нем проблему.

Таким образом, международное сотрудничество является одной из исторически сложившихся закономерностей в развитии науки и техники. Формы такого сотрудничества нащупывались, совершенствовались, отшлифовывались десятилетиями, если не столетиями. К середине нашего века ткань международных научных связей стала достаточно плотной. В немалой степени этому способствовало создание в 1931 г. Международного совета научных союзов (МСНС) — неправительственного органа, призванного координировать сотрудничество ученых различных стран и способствовать более плодотворному функционированию отраслевых международных организаций, академий наук, международных научно-исследовательских центров.

К середине 70-х годов МСНС объединял академии наук, международные научно-исследовательские центры и организации более 60 стран мира; в его состав входят

17 международных отраслевых научных союзов. В общей сложности в орбиту деятельности МСНС вовлечено около 100 межправительственных и неправительственных организаций, ассоциаций и федераций, объединяющих тысячи ученых и большое число научных учреждений почти 100 стран⁶.

Краткий обзор развития международных научных связей подводит нас вплотную к теме настоящей книги.

Международное сотрудничество в космосе

Запуск 4 октября 1957 г. первого советского искусственного спутника Земли стал эпохальным событием в истории.

Тысячелетиями человечество жило на дне воздушного океана. Земная атмосфера — плотная воздушная оболочка — надежно защищала колыбель Разума от губительных космических излучений, но она же, образно выражаясь, накладывала шоры на глаза человека. Информация из безбрежных просторов Вселенной доходила к нам лишь через узенькие «окна прозрачности». Мы плохо представляли себе, что там, на высоте 100—200 км от земной тверди: пустота, которой, как известно, не терпит природа, эфир, а может быть, что-то другое, совершенно неведомое нам? Мы почти ничего не знали о физико-химических процессах в звездах, звездных скоплениях, галактиках и их эволюции, хотя спектральный анализ уже давно стал мощным и плодотворным средством познания в руках астрономов. Однако открытию квазаров, пульсаров, представлениям о нейтронных звездах и «черных дырах», вообще революции в астрофизике мы обязаны эпохе космических исследований.

4 октября 1957 г. созданный руками человека небольшой шар преодолел толщу атмосферной «шубы» Земли и стал первым автоматическим разведчиком неизвестного, а 12 апреля 1961 г. Его Величество Человек в лице советского гражданина Юрия Алексеевича Гагарина сам вышел на «берег» Вселенной. Были сделаны маленькие, но принципиально важные шаги на пути к иным мирам, которые, возможно, в далеком будущем станут новым обиталищем человеческого сообщества. Пройдут новые тысячелетия жизни человечества, и историки тех времен

⁶ См., например: *Лебедкина Е. Д.* Международный совет научных союзов и Академия наук СССР. М.: Наука, 1974.

будут датировать события так же, как и современные: «до новой эры» и «новой эры», но гранью веков будет 4 октября 1957 г.

Международное сотрудничество ученых-исследователь космоса началось несколько раньше, чем запуски первых космических аппаратов. Обмен теоретическими идеями и техническими достижениями в этой области характерен для периода работы пионеров ракетной техники и космонавтики в первой половине XX в. Имена Г. Гансвицда, Р. Годдарда, Р. Эсно-Пельтри, Г. Оберта, М. Валье, В. Гомана и их работы были известны практически во всех промышленно развитых странах. В 20-х годах, когда стали налаживаться зарубежные контакты молодой советской науки, в этих странах узнали о трудах гениального русского ученого, основоположника теоретической космонавтики К. Э. Циолковского, а также о работах Ф. А. Цандера и Ю. В. Кондратюка.

В ряде стран образовались национальные ракетные общества и общества межпланетных сообщений, которые вели и оживленную международную деятельность. Однако во второй половине 30-х годов в связи с напряженной международной обстановкой открытые публикации по ракетной технике, а следовательно, и международный обмен идеями и техническими новинками прекратились.

В начале 50-х годов образовалась Международная астронавтическая федерация, играющая и сейчас немаловажную роль в объединении усилий ученых разных стран.

Космонавтика — новая грандиозная сфера деятельности человечества — как могучая полноводная река, ее истоки коренятся в химии и теории автоматического управления, металлургии и двигателестроении, небесной механике и ракетной технике, баллистике и медицине, радиотехнике и электронике — читатель может легко продолжить этот перечень. Впитав эти «притоки», космонавтика впитала и опыт международного сотрудничества в этих областях, но, используя исторический опыт, она внесла много принципиально нового.

Международное сотрудничество в изучении и освоении космического пространства особенно актуально. Ценность сотрудничества в этой области очевидна и определяется целым рядом причин.

Во-первых, исследование космоса — общечеловеческая задача: перед лицом космоса Земля должна выступать как единое целое. Все, что связано с изучением и освоением

космического пространства, должно кровно интересоваться мировое сообщество, ибо не исключено, что на этом пути — будущее человечества.

Во-вторых, огромная стоимость разработки и изготовления средств ракетно-космической техники не позволяет большинству стран самостоятельно заниматься этой деятельностью и брать на себя бремя таких расходов.

В-третьих, сфера космических исследований необычайно широка и постоянно продолжает расширяться, появляются новые направления исследований, растет число задач, настоятельно требующих своего решения. Даже таким экономическим мощным государствам, как СССР или США, трудно охватить все направления космических исследований, опираясь только на собственный научно-технический потенциал и базируясь только на собственных экономических ресурсах.

В-четвертых, специфика космических исследований, как правило, требует решения глобальных проблем, глобального охвата изучаемого явления или процесса, а следовательно, участия ученых и специалистов многих стран, например размещения приемных станций или наблюдательных пунктов равномерно по всему земному шару, т. е. участия в той или иной форме научных учреждений ряда государств.

В-пятых, история развития естествознания, история научно-технического прогресса свидетельствует о неравномерности его развития в различных странах. В той или иной стране исторически складывались те или иные научные школы или технико-производственные отрасли, опередившие другие в тех или иных компонентах научного поиска, технологии или в достигнутых результатах на этом пути. Объединение усилий таких традиционно сложившихся в различных странах научных школ и производственных отраслей, использование их наиболее сильных сторон и достижений позволят вести космические исследования наиболее эффективным способом и максимально быстро двигаться вперед.

И, наконец, не следует сбрасывать со счетов политические аспекты международного сотрудничества в космосе. Сотрудничество в этой области требует высокой степени доверия в отношениях между сотрудничающими государствами, поскольку при этом затрагивается в известной мере столь чувствительный элемент, как обороноспособность страны. Поэтому политический климат здесь имеет первостепенное значение. Практика сотрудничества

в космосе говорит о том, что оно (сотрудничество), в свою очередь, способствует улучшению политического климата в мире. В последние годы международное сотрудничество в космосе превратилось в важный составной элемент всей системы современных международных отношений, активно содействующий разрядке напряженности в мире и способствующий лучшему взаимопониманию сотрудничающих стран и народов.

Таким образом, проведение космических исследований настоятельно требует объединения усилий многих стран, и отсутствие такого объединения может объективно служить тормозом при выполнении в будущем крупных мирных космических проектов, таких, например, как экспедиция на Марс или создание на околоземной орбите энергоколлекторов для передачи солнечной энергии на Землю.

Именно объективная потребность объединить усилия ученых и специалистов, с одной стороны, и научно-технические возможности и экономические ресурсы различных государств, с другой стороны, в деле изучения и освоения космического пространства привели к такой характерной черте в международном сотрудничестве, как необычайно интенсивное развитие после 1957 г. международных космических организаций. Тема книги не позволяет подробно остановиться на этом интересном вопросе, а беглый обзор даст лишь весьма пеструю картину, поскольку, по оценке авторов, существует несколько десятков таких организаций⁷.

В исследовании и использовании космического пространства в мирных целях Советский Союз осуществляет широкое международное сотрудничество с большим числом государств, принадлежащих к различным социальным системам. Разнообразны формы такого сотрудничества.

Это — активное участие представителей СССР в работе Комитета ООН по использованию космического про-

⁷ К сожалению, в отечественной литературе нет ни справочника по международным космическим организациям, ни сколько-нибудь обстоятельных работ, анализирующих цели и задачи, деятельность и достижения таких организаций. Читателям, интересующимся этим вопросом, авторы могут порекомендовать лишь работы, посвященные главным образом международно-правовым аспектам деятельности таких организаций. См., например: *Верещетин В. С.* Международное сотрудничество в космосе. М.: Наука, 1977; *Каменецкая Е. П.* Космос и международные организации. М.: Наука, 1980.

странства в мирных целях — специального межправительственного органа, в котором государства, принадлежащие к различным общественным системам, совместно обсуждают политические, правовые и научно-технические вопросы, возникающие в процессе освоения космоса; и разрабатывают правовые нормы и практические рекомендации, призванные содействовать дальнейшему прогрессу космонавтики.

Это — постоянное и широкое участие ученых и специалистов, научных организаций нашей страны в деятельности традиционных, «классических» международных организаций — конгрессах Международной астронавтической федерации (МАФ), Международной ассоциации по геомагнетизму и аэронавтике (МАГА), сессиях Комитета по исследованию космического пространства (КОСПАР).

Это — участие Советского Союза в международных организациях, образованных в целях создания и эксплуатации спутниковых или космических систем прикладного назначения, таких, например, как «Интерспутник» или «Инмарсат».

Это — активное участие советских ученых и научных организаций в крупных международных программах, таких, как «Международный геофизический год», «Программа исследований глобальных атмосферных процессов», «Международные исследования магнитосферы».

Наконец, это — межгосударственное сотрудничество на основе многосторонних или двусторонних соглашений. Эта форма международного сотрудничества в освоении космоса постоянно развивается, что ведет не только к количественным, но и к качественным изменениям в характере сотрудничества государств в этой области.

Если в прошлом доминирующую роль играли обмен научной информацией, совместное обсуждение результатов научных исследований, сопоставление методик экспериментов и в лучшем случае некоторая координация научных проектов, то ныне на первый план выдвинулось осуществление совместных проектов и программ в космосе — совместный запуск спутников или космических аппаратов, совместная разработка научной и служебной аппаратуры, установка на космических аппаратах одной страны научных приборов, созданных учеными и специалистами других стран.

Советский Союз последовательно проводит принципиально новую линию в сотрудничестве в космосе, что особенно ярко видно на примере совместных работ в этой

области со странами социалистического содружества и развивающимися странами. Эта линия является одним из проявлений ленинского принципа мирного сосуществования государств с различным социально-экономическим строем, настойчиво проводимого в жизнь КПСС и Советским правительством на протяжении всего существования нашей страны, и курса на взаимовыгодную научно-техническую кооперацию с братскими социалистическими странами.

Совет «Интеркосмос» и программа «Интеркосмос»

Эти понятия часто путают. Исторически сложилось так, что одно и то же наименование получила и советская организация, координирующая международное сотрудничество нашей страны в освоении и изучении космоса, и многосторонняя научная программа совместных работ в космосе, в которой принимают участие десять социалистических стран, поэтому необходимые дефиниции здесь вполне уместны.

Совет «Интеркосмос» — Совет по международному сотрудничеству в области исследований и использования космического пространства при Академии наук СССР — был создан в 1966 г. для координации совместных работ в космосе, выполняемых различными министерствами, ведомствами, научными учреждениями и промышленными организациями нашей страны, в том числе АН СССР, Министерством здравоохранения СССР, Министерством связи СССР, Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю окружающей среды. В задачи Совета входит также участие в составлении текущих и перспективных планов сотрудничества в изучении и освоении космоса с зарубежными странами и международными организациями, ознакомление стран — участниц сотрудничества с возможностями советской ракетно-космической техники, оказание помощи при налаживании деловых контактов и связей между научными и промышленными организациями Советского Союза и других стран. В состав Совета «Интеркосмос» при АН СССР входят ответственные представители указанных выше министерств и ведомств. На своих заседаниях Совет рассматривает ход выполнения совместных программ и проектов, а также принимает решения, касающиеся дальнейшего развития и перспективных планов сотрудничества в космосе.

Практическую деятельность по выполнению решений Совета и текущую научно-организационную работу ведет аппарат Совета, который входит в состав Президиума АН СССР в качестве самостоятельного подразделения.

Через Совет «Интеркосмос» при АН СССР осуществляется сотрудничество нашей страны в изучении и освоении космоса с социалистическими странами в рамках многосторонней программы «Интеркосмос» и сотрудничество в этой области на двусторонней основе с Индией, Францией, США, Швецией, Австрией и другими странами, а также международное сотрудничество в тех формах, о которых говорилось выше, в частности, Совет представляет Академию наук СССР в таких международных организациях, как МАФ и КОСПАР.

Первым председателем Совета «Интеркосмос» при АН СССР со времени его создания и по август 1980 г. был выдающийся советский ученый и организатор науки, Герой Социалистического Труда, академик Б. Н. Петров, внесший громадный вклад в становление международного сотрудничества Советского Союза в космических исследованиях и в реализацию многих крупных совместных проектов и программ. С сентября 1980 г. и по настоящее время председателем Совета является выдающийся советский ученый, дважды Герой Социалистического Труда, вице-президент Академии наук СССР академик В. А. Ютельников.

Теперь раскроем содержание понятия *программа «Интеркосмос»*.

В апреле 1965 г. Правительство СССР направило правительствам социалистических стран письмо, в котором предложило обсудить конкретные шаги по объединению усилий в области исследования и использования космического пространства в мирных целях с учетом научно-технических возможностей и ресурсов отдельных стран. В письме подчеркивалось, что Советское правительство считает полезным изучить возможность для сотрудничества социалистических стран в таких важных областях, как космическая физика, биология и медицина, организация дальней радиосвязи и телевидения, изучение верхних слоев атмосферы и космического пространства при помощи метеорологических и геофизических ракет и искусственных спутников Земли.

Для обсуждения вопроса о сотрудничестве в этой области в письме предлагалось социалистическим странам — Албании, НРБ, ВНР, ГДР, ДРВ, КНР, КНДР,

Республике Куба, МНР, ПНР, СРР, СССР, ЧССР и СФРЮ, в случае, если они пожелают принять участие в этом сотрудничестве, провести совещание своих полномочных представителей.

В соответствии с договоренностью, достигнутой в результате обмена посланиями между главами правительств социалистических стран, в ноябре 1965 г. и в апреле 1967 г. в Москве состоялись совещания представителей НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР, на которых обсуждались содержание, формы и направления такого сотрудничества. На втором из этих совещаний была одобрена программа совместных работ в космосе, которая в 1970 г. во Вроцлаве (ПНР) на встрече руководителей национальных координационных органов стран — участниц сотрудничества получила наименование — программа «Интеркосмос».

384566
Принятие программы «Интеркосмос» знаменовало собой качественно новый этап в развитии сотрудничества социалистических стран в космических исследованиях — переход от наземных наблюдений, которые проводились по согласованным программам с 1957-г., к более тесным и действенным формам кооперации в космосе.

Совместные работы в рамках программы «Интеркосмос» ведутся в пяти следующих основных областях: космическая физика, космическая метеорология, космическая биология и медицина, космическая связь, дистанционное зондирование Земли с помощью аэрокосмических средств (с 1975 г.). В рамках рабочей группы по космической физике с 1978 г. проводятся совместные работы по космическому материаловедению — сравнительно молодому и весьма перспективному направлению исследований. Сотрудничество ведется в форме совместного создания научной аппаратуры и служебных систем и их установки на спутниках и других космических аппаратах, на исследовательских и метеорологических ракетах, а также в форме совместных научно-исследовательских, опытно-конструкторских и научно-методических работ.

Во всех странах — участницах сотрудничества были созданы национальные координационные органы, обеспечивающие выполнение совместных работ в космосе, а также двух- и многосторонних соглашений по отдельным проектам и темам, которые осуществляются в рамках согласованной программы. В Советском Союзе таким органом является Совет «Интеркосмос» при АН СССР.

Высший орган «Интеркосмоса» — Совещание руководителей национальных координационных органов, которое принимает принципиальные решения и рекомендации, касающиеся форм и направлений сотрудничества, планов совместных работ в космосе. Его сессии проводятся не реже одного раза в год, как правило, поочередно в странах — участницах сотрудничества. Решения и рекомендации, принятые Совещанием, обязательны для тех стран, руководители национальных координационных органов которых согласились с конкретным решением или рекомендацией.

Для практического осуществления программ и планов работ по пяти основным направлениям сотрудничества были созданы постоянно действующие смешанные рабочие группы, состоящие из специалистов всех стран-участниц. На них возложены обязанности регулярно рассматривать ход выполнения принятых проектов, изучать предложения о новых экспериментах, о развитии новых форм и методов сотрудничества, о разработке и изготовлении научных приборов и устройств. Рабочие группы вырабатывают соответствующие рекомендации, которые выносятся на рассмотрение Совещания.

Таким образом, в «Интеркосмосе» явно проявился принципиальный подход Советского Союза к международному сотрудничеству. Этот подход характеризуется, во-первых, братской помощью СССР социалистическим странам — своим партнерам по сотрудничеству в космосе — в проведении совместных космических исследований и становлении в этих странах космической науки и техники; во-вторых, отсутствием общего денежного фонда, размер которого ограничивал бы масштабы проводимых в космосе совместных работ, и в связи с этим отсутствием взаимных денежных расчетов; в-третьих, созданием своеобразного механизма реализации программы «Интеркосмос» (есть программа совместных работ, принятая десятью социалистическими странами, но нет международной организации, ответственной за ее выполнение!).

Одобренный всеми странами — участницами программы «Интеркосмос» принцип финансирования совместных работ содействует успешному ходу сотрудничества. Каждая страна участвует в тех экспериментах или проектах, в которых она заинтересована, и в связи с этим их и финансирует. Советский Союз предоставляет своим партнерам по сотрудничеству средства ракетно-космической техники, предназначенные для выполнения совместных

экспериментов, и обеспечивает запуски космических объектов. Научные результаты становятся общим достоянием всех участников соответствующих экспериментов. Все это, по общему мнению стран — участниц сотрудничества, способствует значительному повышению эффективности совместных космических исследований. Т. е. кооперация социалистических стран в космосе ведется на взаимовыгодной основе: с одной стороны, исследований по программе «Интеркосмос» органически вписываются в советскую национальную космическую программу, с другой стороны, социалистические страны, приобщаясь к одному из самых передовых направлений научно-технической революции современности, имеют возможность развивать исторически сложившиеся национальные научные школы и совершенствовать технически развитые отрасли производства.

Опыт проведения совместных работ в космосе странами социалистического содружества продемонстрировал эффективность и гибкость организационных форм сотрудничества в рамках программы «Интеркосмос», позволяющих оперативно и с учетом интересов каждой страны решать все возникающие вопросы.

Следует отметить еще одну интересную деталь: сотрудничество по программе «Интеркосмос» в начальный свой период не исходило из единого межправительственного учредительного документа.

Желая закрепить накопленный положительный опыт сотрудничества и содействовать дальнейшему его развитию, представители правительств НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР юридически оформили его подписанием 13 июля 1976 г. в Москве межправительственного «Соглашения о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях». Соглашение вступило в силу 25 марта 1977 г. 17 мая 1979 г. к Соглашению присоединилась Социалистическая Республика Вьетнам, став десятой страной — участницей программы «Интеркосмос».

Подробный рассказ о совместных работах в рамках программы «Интеркосмос» не входит в задачи настоящей книги⁸, поэтому приведем лишь самые общие данные о результатах за 18 лет.

⁸ Орбиты сотрудничества. М.: Машиностроение, 1982.

За период с октября 1969 г. по май 1985 г. в рамках этой программы было запущено 23 спутника серии «Интеркосмос», 11 высотных исследовательских ракет типа «Вертикаль» и большое число метеорологических ракет. Для исследований с помощью этих спутников и ракет было разработано и изготовлено более 220 научных приборов и устройств. На борту ряда космических аппаратов, запущенных СССР по национальной программе (например, на спутниках «Космос», «Метеор», автоматических станциях «Прогноз», космических кораблях «Союз», орбитальной станции «Салют-6»), были установлены приборы, созданные специалистами социалистических стран в рамках программы «Интеркосмос». Были проведены полеты девяти международных экипажей, в состав которых вошли космонавты всех стран — участниц программы «Интеркосмос». Об этих полетах подробно рассказывается в главах 2 и 3.

В ходе исследований по этой программе было получено много интересных научных результатов, часть из них представляет собой крупный вклад в различные разделы науки о космосе и в прикладные направления космонавтики в интересах народного хозяйства. На основании этих данных было подготовлено свыше 800 только совместных научных публикаций. Результаты совместных космических исследований систематически докладывались на сессиях КОСПАР, конгрессах МАФ и других международных конференциях и симпозиумах и получили высокую оценку международной научной общественности.

Примеры двустороннего сотрудничества

Несколько слов скажем здесь и о сотрудничестве в космосе нашей страны с Францией и США.

Первые совместные космические эксперименты были выполнены учеными СССР и США на основе соглашения между Академией наук СССР и Национальным управлением США по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) от 8 июня 1962 г.

24 мая 1972 г. между СССР и США было подписано соглашение о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях. Этим соглашением предусматривались работы по созданию совместных средств сближения и стыковки советских и американских пилотируемых космических кораблей и станций, проведение совместного экспериментального полета

кораблей «Союз» и «Аполлон» для испытания таких систем, содействие международным усилиям, направленным на решение международно-правовых проблем исследования и использования космического пространства в мирных целях во имя укрепления правопорядка в космосе и дальнейшего развития международного космического права, сотрудничество в области космической метеорологии, изучение природной среды из космоса, исследования околоземного космического пространства, Луны и планет, космической биологии и медицины.

Наиболее крупной совместной работой ученых и специалистов стал проект ЭПАС — совместный экспериментальный полет космических кораблей «Союз» (СССР) и «Аполлон» (США) в целях испытания совместимых средств сближения и стыковки. Этому полету полностью посвящена глава 4 настоящей книги.

В мае 1977 г. в связи с истечением срока действия предыдущего соглашения между СССР и США было заключено новое соглашение о сотрудничестве двух стран в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях. К направлениям сотрудничества, определенным соглашением 1972 г., добавились работы по созданию спутниковых поисково-спасательных систем. Стороны договорились также «принимать все необходимые меры для дальнейшего развития сотрудничества в области пилотируемых космических полетов в научных и прикладных целях». Этот центральный пункт соглашения 1977 г. (проект «Салют» — «Шаттл») из-за позиции, занятой американской стороной, не был выполнен.

В настоящее время специалисты двух стран ведут лишь совместные работы по созданию международной космической системы поиска, обнаружения терпящих бедствие судов и самолетов с помощью искусственных спутников Земли (система создается объединенными усилиями четырех стран — СССР, США, Франции и Канады). Едва теплится сотрудничество двух стран в области космической биологии и медицины; проводится некоторый обмен информацией об исследованиях планет Солнечной системы. В мае 1982 г. истек срок действия соглашения 1977 г., и нового соглашения между СССР и США о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях заключено не было.

Сотрудничество СССР и Франции в изучении и освоении космического пространства основывается на межправительственном Соглашении, подписанном в Москве ми-

пистрами иностранных дел двух государств - 30 июня 1966 г. во время визита делегации Франции во главе с генералом де Голлем.

В соглашении определены основные направления сотрудничества: изучение космического пространства; космическая метеорология с использованием новейшей научной аппаратуры; космическая связь через искусственные спутники Земли; обмен научной информацией, стажерами, научными делегациями и организация конференций и симпозиумов. По взаимной договоренности сотрудничество может быть распространено и на другие области. Впоследствии одной из них стала космическая биология и медицина, а в последние годы советские и французские специалисты приступили также к совместным экспериментам в области космического материаловедения.

Все эти годы сотрудничество СССР и Франции в космических исследованиях было насыщенным и полнокровным, и сейчас оно продолжает успешно развиваться. Совместные работы советских и французских специалистов охватывают практически все наиболее важные области космических исследований. За первые 15 лет сотрудничества в космосе выполнено свыше 40 совместных проектов и программ, результаты которых нашли отражение в более чем 250 совместных научных публикациях⁹.

Естественным продолжением и развитием длительное время проводившихся совместных работ в космосе стала научная программа экспериментов, выполненная в ходе полета советско-французского международного экипажа.

Международные пилотируемые полеты в космос

Космические исследования можно разделить на два глобальных направления: исследования с помощью автоматических средств и исследования с помощью пилотируемых средств.

Понятно, что второе направление отличается от первого главным образом тем, что в процессе исследования, в процессе измерений, приема первоначальной информации участвует непосредственно человек, при этом он находится на космическом объекте (корабле или орбитальной станции), который, в свою очередь, совершает полет

⁹ Подробнее о сотрудничестве СССР и Франции в космосе см.: *Петрунин С. В.* Советско-французское сотрудничество в космосе. М.: Знание, 1980.

в не свойственной человеку среде, не приспособленной без специальных защитных средств для нормальной его жизнедеятельности. Понятно также, что обеспечение безопасности человека в космосе и его надежное возвращение в нормальную среду обитания — главное требование при проектировании и постройке пилотируемых космических аппаратов. Это означает, что по сравнению с автоматическим пилотируемый космический аппарат при прочих равных условиях должен быть сложнее, тяжелее. (поскольку добавляются система жизнеобеспечения в космосе и система обеспечения возвращения человека на Землю), а следовательно, дороже. Иными словами, напрашивается вывод: о том, что осуществлять космические исследования проще и дешевле с помощью автоматов. Наконец, стоит ли подвергать опасности жизнь человека, если, несмотря на то что при создании космических аппаратов вопросы безопасности космонавтов тщательно прорабатываются, жизненно важные системы и их элементы дублируются и т. д., отказы технического порядка не исключены?

Примерно к этому сводились основные доводы сторонников «автоматического» исследования космоса в жарких дискуссиях на тему: «Человек или автомат в космосе?», — шумевших в 60-х и начале 70-х годов на страницах газет и журналов, по радио и телевидению, в кулуарах и с трибун «космических» съездов, конгрессов, конференций. Сейчас эти дискуссии практически забыты. Лежащий на поверхности очевидный, казалось бы, вывод об использовании в космосе только автоматов неверен. Жизнь продемонстрировала ложность, надуманность этого противопоставления. «И автоматы и человек» — так решила этот вопрос четвертьвековая практика космических исследований.

Конечно, автоматы идут в космосе впереди человека, предшествуют ему, и это положение, видимо, сохранится в обозримом будущем. Прежде чем человек появился на околоземной орбите, эту область пространства исследовали автоматические спутники; до того как на Луну ступила нога человека, условия там довольно тщательно были изучены автоматическими лунными аппаратами.

Но автоматы не заменяют человека в космосе, да и не способны это сделать при современном уровне развития техники. Избирательная способность и логический анализ наблюдений вооружают человека таким комплексным восприятием окружающих явлений, которое в настоящее

время никакими приборами не может быть достигнуто. Возьмем, к примеру, визуальные наблюдения в космосе. Их высокая ценность объясняется совершенством человеческого глаза и способностью человека мгновенно перерабатывать зрительную информацию, отделять существенное от несущественного, подмечать новые черты в известном процессе, улавливать загадочные и неизвестные явления.

Таким образом, нет надобности пространно доказывать необходимость или важное значение этого направления космонавтики. Что же касается международного сотрудничества в области пилотируемых космических полетов, то аргументы, которые выше приводились в пользу объективной необходимости вообще международного сотрудничества в космосе, в данном случае еще более весомы.

Если исследовать космос с успехом могут автоматы, и они уже делают это в течение почти 30 лет, то освоение космического пространства в прямом смысле этого слова возможно только непосредственно человеком. Это та целина, которую поднять должны не только творения человеческих рук, но где его присутствие обязательно. Решение общепланетарных, глобальных проблем, освоение, завоевание, наконец, заселение околосолнечного пространства и астроинженерная деятельность предполагают прямое участие человека и возможно только благодаря усилиям всего человечества, мобилизации экономических ресурсов всей Земли, всего мирового сообщества. Другое дело, что это — будущее. Но нам представляется несомненным, что уже XXI век станет свидетелем грандиозных событий, связанных с освоением человеком околоземного пространства. И если полеты пилотируемых космических кораблей к планетам, и в первую очередь к Марсу, будут носить, по всей видимости, рекогносцировочный характер, то околоземной космос станет ареной интенсивной деятельности человечества. Орбитальные производственные комплексы, патрульная служба погоды и контроля за загрязнением природной среды, работа на орбитальных научных модулях специализированного назначения, сооружение крупных конструкций (энергоколлекторов, причалов для космических буксиров, орбитальных перевалочных и ремонтных баз и т. п.) — вот далеко не полный перечень возможных научно-технических и инженерных мероприятий в околоземном пространстве в будущем столетии.

Основы такой деятельности закладываются сейчас по-

летами пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций, в том числе международными.

Авторы сознают, что беглый, пунктирный обзор развития международных научных связей, международного сотрудничества в космосе и роли в нем (сотрудничестве) Советского Союза не могут создать у читателя глубокого и всестороннего представления об этих вопросах. Но им казалось, что изложение основной темы книги — международные пилотируемые полеты в космос — без этих кратких сведений будет выглядеть зданием без фундамента, пусть и не глубокого. Поэтому авторы заранее приносят свои извинения читателям, для которых данные сведения недостаточны.

Глава 2

ПОЛЕТЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЭКИПАЖЕЙ ПО ПРОГРАММЕ «ИНТЕРКОСМОС»

Важный этап в развитии программы «Интеркосмос»

Начиная с самых первых шагов в проведении совместных работ, программа «Интеркосмос» уверенно набирала темпы. С каждым годом создавались все более сложные приборы, ставились все более интересные, комплексные эксперименты, накапливался опыт совместных работ в космосе. Традиционно сложившиеся научные школы в социалистических странах — участницах сотрудничества получили новый импульс развития благодаря возможности ставить эксперименты на советских ракетах и спутниках, космических кораблях и орбитальных станциях.

Обмен опытом и знаниями между многочисленными научными и производственными коллективами, постоянное расширение масштабов совместных работ, решение коллективными усилиями все более сложных задач позволили поднять сотрудничество стран социализма в космических исследованиях на еще более высокий научно-технический уровень. От автоматических спутников Земли, оборудованных несложной аппаратурой и способных решать сравнительно простые научные задачи, к более сложным космическим аппаратам, насыщенным разнообразными приборами и предназначенным для решения комплексных задач, от одноместных пилотируемых космических кораблей, совершавших краткосрочные полеты в космос, к долговременным орбитальным научным

станциям со сменяемыми экипажами, представляющими собой лаборатории в космосе и позволяющими проводить широкие комплексные исследования и эксперименты,—такова логика развития космонавтики, магистральный путь человека в космос. Такой же путь прошла в своем развитии и программа «Интеркосмос». Поэтому закономерна инициатива Советского Союза, выступившего с предложением об участии граждан стран — участниц программы «Интеркосмос» в пилотируемых полетах на советских космических кораблях и орбитальных станциях.

В июле и сентябре 1976 г. в Москве представители НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР и ЧССР обсудили и одобрили новую инициативу СССР, касающуюся развития программы «Интеркосмос» и участия граждан братских социалистических стран в международных пилотируемых полетах. В ходе консультаций, проходивших в духе братского сотрудничества и взаимопонимания, было согласовано, что граждане всех социалистических стран — участниц программы «Интеркосмос» примут участие в полетах на советских космических кораблях и орбитальных станциях совместно с советскими космонавтами в период с 1978 по 1983 г.

Была достигнута полная договоренность о порядке первичного и последующего медицинских отборов кандидатов в космонавты, требованиях, предъявляемых к будущим космонавтам, согласованы вопросы, связанные с организацией их обучения в Советском Союзе. Было также решено, что подготовка отобранных в качестве кандидатов в космонавты граждан социалистических стран будет организована в подмосковном Центре подготовки космонавтов (ЦПК) имени Ю. А. Гагарина. Международные экипажи комплектуются в соответствии с принципом: командиры экипажей — летчики-космонавты СССР, космонавты-исследователи — граждане НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР и ЧССР.

Была обсуждена и согласована очередность полетов граждан социалистических стран в составе первых трех международных экипажей. В соответствии с советской программой космических исследований во второй половине 1977 г. планировалось осуществить запуск орбитальной научной станции «Салют-6», при этом уже в 1978 г. имелась возможность включить в состав трех экспедиций для работы на этой станции по одному гражданину из указанных социалистических стран.

Отбор и подготовка кандидатов в космонавты из социалистических стран

Сразу же по достижении договоренности по практическим вопросам осуществления полетов международных экипажей началась работа, во-первых, по отбору кандидатов в космонавты — граждан ЧССР, ПНР и ГДР, во-вторых, по подготовке научных и технических экспериментов, которые планировались для выполнения международными экипажами.

Первичный отбор кандидатов в космонавты проводился в социалистических странах национальными комиссиями с медицинским освидетельствованием по специально разработанным методикам. Уже на начальном этапе отбора к кандидатам предъявлялись определенные и четкие требования. Поскольку программа полетов международных экипажей предусматривала участие представителей социалистических стран в управлении космическим кораблем типа «Союз» и работах на орбитальной станции «Салют», кандидатов в космонавты необходимо было отобрать из числа лиц, имеющих соответствующее образование и способных выполнять исследовательские задачи при проведении запланированных научно-технических экспериментов. Кроме того, требовалось, чтобы кандидаты имели летный опыт и были годны к летной работе без ограничений. Требовалось и знание русского языка, хотя бы в минимальном объеме.

Медицинские комиссии в социалистических странах при отборе кандидатов в космонавты, конечно, использовали огромный опыт, накопленный в этой области в СССР. Советская космическая медицина, впитавшая достижения авиационной медицины, к этому времени достигла значительного прогресса. В частности, она показала, что наибольшие требования космический полет предъявляет к сердечно-сосудистой системе человека, поэтому медицинским комиссиям социалистических стран рекомендовалось проводить оценку ее состояния в полном объеме и на всех этапах отбора кандидатов, подготовки к полету и самого космического полета.

Большое влияние условия космического полета оказывают на вестибулярный аппарат и на костно-мышечную систему, функционирование которых происходит в космосе в значительно отличных от земных условий. Советские медики накопили большой опыт, позволяющий делать выводы относительно индивидуальных особенностей орга-

низма человека, способного выдержать экстремальные условия кратковременного и длительного воздействия факторов космического полета.

На основании всего этого было признано целесообразным направить в страны — участницы программы «Интеркосмос» подготовленную в Советском Союзе единую методику медицинского освидетельствования кандидатов в космонавты из социалистических стран. Эта методика предусматривала три этапа отбора.

Первый этап — амбулаторное обследование, напоминающее то, которое все проходят при диспансеризации в поликлиниках. При этом обследовании выявляются грубые, т. е. явные, недостатки организма человека, а также скрытая патология. В последнем случае используются специальные методы; например, при оценке сердечно-сосудистой системы проводятся исследования в барокамере.

Второй этап связан со стационарным обследованием на базе имеющихся в каждой стране медицинских учреждений. На этом этапе используются распространенные в медицинской практике методы, с помощью которых определяют состояние здоровья человека.

Наконец, на третьем этапе проводится окончательное клиничко-физиологическое обследование в ЦПК им. Ю. А. Гагарина и освидетельствование Главной медицинской комиссией. Последняя является высшим органом врачебной экспертизы по вопросам отбора космонавтов; в ее состав входят ведущие специалисты клинической и космической медицины, в данном случае к работе комиссии привлекались также специалисты-медики из социалистических стран — участниц программы «Интеркосмос».

Особенность третьего этапа обусловлена применением специальных методов определения годности кандидата для полета в космос, таких, как использование вакуума для создания так называемого отрицательного давления на нижнюю часть тела (для оценки сердечно-сосудистой системы), усложненные пробы для оценки вестибулярного аппарата. При этих пробах определяются не только вестибулярные функции, но и склонность кандидата к тренированности этого аппарата. И если такая склонность у него отсутствует, то кандидат от дальнейшего обследования отстраняется, так как состояние невесомости будет вызывать у него очень неприятные ощущения.

Следует подчеркнуть, что если первые два этапа отбора могли проводиться в каждой из социалистических

стран, то третий этап требовал специального технического оснащения, особых методов и опыта медицинского обследования. Поэтому третий этап отбора было решено провести в Советском Союзе, в ЦПК им. Ю. А. Гагарина.

В соответствии с договоренностью в октябре-ноябре 1976 г. в ЧССР, ПНР и ГДР была направлена группа советских специалистов-медиков во главе с летчиком-космонавтом В. Г. Лазаревым. В каждой из этих стран советские специалисты провели консультации по вопросам, связанным с отбором кандидатов в космонавты, проанализировали выполненные исследования по согласованной методике медицинского обследования¹.

Специалисты ЧССР, ПНР, ГДР были, конечно, в сложном положении: всего за три месяца они должны были провести медицинское освидетельствование в больших группах кандидатов. Поэтому, как правило, использовались результаты ежегодных обследований летчиков. Например, в ЧССР на основании этих данных было отобрано 24 кандидата, которые в течение двух недель проходили всестороннее клиническое и лабораторное обследование, а затем подверглись психофизиологическим испытаниям в Институте авиационной медицины. К приезду советской делегации чехословацкие медики отобрали из 24 кандидатов в космонавты лишь восемь. А после совместного рассмотрения результатов проделанной работы и проведения дополнительных исследований было принято решение направить на обследование в ЦПК им. Ю. А. Гагарина только четырех кандидатов в космонавты.

10 ноября 1976 г. в ЦПК им. Ю. А. Гагарина прибыли по четыре кандидата из ЧССР, ПНР и ГДР для дальнейших медицинских обследований. Обследования на заключительном этапе были более тщательными и сложными — достаточно указать на испытания на центрифуге при пятикратной и восьмикратной перегрузках. Отдельные виды медицинских исследований проводились в специализированных институтах, например в Институте кардиологии им. А. Л. Мясникова Министерства здравоохранения СССР.

По окончании этих обследований кандидаты в космонавты из социалистических стран были представлены

¹ В дальнейшем подобные группы советских специалистов с аналогичными целями были направлены в остальные социалистические страны — участницы программы «Интеркосмос».

членам Главной медицинской комиссии. Комиссия вынесла решение, что все кандидаты способны участвовать в космических полетах, но некоторым из них следует отдать предпочтение, поскольку у других все же были обнаружены незначительные отклонения (например, небольшое увеличение мышцы сердца, изменения на одном из сердечных клапанов, меньшая выносливость вестибулярного аппарата).

Каждому кандидату предстояло также выдержать открытый экзамен перед своими национальными комиссиями, специально созданными для отбора кандидатов в космонавты. При этом, кроме высоких профессиональных качеств и хорошего состояния здоровья, учитывались идейная убежденность, моральная стойкость, интеллектуальная широта и другие качества, характерные для человека социалистического общества.

1 декабря 1976 г. по два кандидата в космонавты от трех стран — ЧССР, ПНР и ГДР — приступили к занятиям и тренировкам в ЦПК им. Ю. А. Гагарина².

Особенности подготовки человека для полета в космос вызваны той средой, в которой ему предстоит жить и работать определенное время, и теми задачами, которые ему в этой среде предстоит решать. Деятельность космонавта в пилотируемом полете протекает в необычных, непривычных для человека, родившегося и выросшего на Земле, условиях, оказывающих сильнейшее воздействие на его организм. Эти неблагоприятные условия хорошо известны, и основное из них — невесомость. И в этих неблагоприятных условиях космонавту необходимо сохранить высокую работоспособность в течение всего полета, при этом на него возлагается исключительно сложная и напряженная операторская деятельность. Он должен уметь быстро «считать», оценить и «переработать» большую по объему информацию, чтобы на основании всей ее совокупности принять правильное решение в нормальных условиях и особенно в так называемых нештатных ситуациях. Наконец, не следует забывать, что основная задача космонавта — научно-исследовательская, когда на него возлагается необходимость выполнения часто широкой и насыщенной научной программы, включающей эксперименты из различных областей науки и техники.

² В марте 1978 г. в ЦПК им. Ю. А. Гагарина приступили к занятиям и тренировкам кандидаты от НРБ, ВНР, Республики Куба, МНР и СРР, а в апреле 1979 г. — кандидаты в космонавты от СРВ.

Космонавт — посланец своей Родины, и его полет проходит под пристальным вниманием множества людей, что еще более повышает его личную ответственность за результаты космической миссии.

Сложность подготовки космонавта состоит, в частности, и в том, что невозможно организовать его тренировки в реальных условиях космического полета. Это предопределяет значительный объем подготовки космонавта на Земле и требует соответствующей технической базы, многочисленных и сложных учебно-тренажерных средств, которые бы позволили еще до полета познакомить кандидата в космонавты с возможным максимумом «реалий», т. е. с тем, с чем ему придется иметь дело в условиях реального космического полета.

В 1960 г. в нашей стране был создан Центр подготовки космонавтов, которому в 1968 г. было присвоено имя первопроходца Вселенной — Ю. А. Гагарина. ЦПК им. Ю. А. Гагарина располагает высококвалифицированными кадрами научных работников, инженеров, врачей, методистов, летчиков; он оснащен великолепной технической базой. Разработка программ и методик подготовки, а также непосредственно учебно-тренировочный процесс осуществляются совместно со специалистами Академии наук СССР, Министерства здравоохранения СССР, Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР и других министерств и ведомств нашей страны. В отдельных случаях занятия проводятся в институтах и научно-технических центрах этих ведомств.

Со времени создания и по 1985 г. в ЦПК им. Ю. А. Гагарина было подготовлено более 80 космонавтов, из них 69 уже совершили полеты в космос. В это число входят и девять космонавтов из социалистических стран — участниц программы «Интеркосмос» и космонавты — граждане Франции и Индии.

В апреле 1971 г. за большие заслуги в подготовке экипажей к космическим полетам, участие в освоении космического пространства и в связи с десятилетием первого в мире полета человека в космос ЦПК им. Ю. А. Гагарина был награжден орденом Ленина. С начала запытий в ЦПК им. Ю. А. Гагарина кандидатов в космонавты от ЧССР, ПНР и ГДР он фактически превратился в международную академию космонавтики. В общей сложности в Центре уже подготовлено 18 кандидатов в космонавты из социалистических стран, два кандидата в космонавты от Франции (один из них — Ж.-Л. Креть-

ен — совершил космический полет) и два от Индии. В феврале 1982 г. за заслуги в создании космических кораблей и станций, подготовку и осуществление космических полетов Центр награжден орденом Дружбы народов.

Подготовка космонавтов из социалистических стран проводилась по тем же отработанным методам, применяемым для подготовки советских космонавтов, и осуществлялась по трем основным направлениям:

подготовка к выполнению операций по управлению космическим кораблем и орбитальной станцией и к эксплуатации бортовых систем;

подготовка к проведению запланированных научно-технических исследований и экспериментов;

тренировка организма космонавта к воздействию факторов космического полета.

При этом можно выделить два основных этапа в подготовке космонавтов: общекосмический и летно-космический (для непосредственной подготовки к полету). На первом этапе предусматривались теоретические занятия по изучению таких дисциплин, как динамика полета, астрономия, картография, основы космической навигации, теория электронных вычислительных машин, системы управления космическими кораблями и ряд других. Кроме того, осуществлялась техническая подготовка, включавшая в себя изучение конструкции космического корабля «Союз» и его систем (системы управления бортовым комплексом, ориентации и управления движением, управления спуском, энергопитания, терморегулирования, радиосвязи и др.), конструкции орбитальной станции «Салют-6», ее систем и научной аппаратуры.

Проводилась специализированная летная подготовка, которая включает изучение авиационной техники, подготовку к тренировочным полетам, а также полеты на самолетах-истребителях и самолетах-лабораториях в целях отработки методов астронавигации и испытаний при кратковременной невесомости. Наконец, на первом этапе велась медико-биологическая подготовка, включавшая в себя изучение основ авиационной и космической медицины, исследования и тренировки вестибулярного аппарата, физические тренировки, включая вращения на центрифуге, психологические исследования, а также общемедицинские обследования.

В конце мая 1977 г. кандидаты в космонавты из социалистических стран успешно сдали сложные зачеты по

программе первого этапа подготовки. В начале июня они посетили предприятия, где создаются космические корабли и станции, и познакомились со своим будущим «космическим домом» — орбитальной станцией «Салют-6», которая была готова к отправке на космодром Байконур. Перед отъездом кандидатов в космонавты в отпуск на родину заместитель начальника ЦПК им. Ю. А. Гагарина летчик-космонавт СССР А. А. Леонов и руководитель полетов летчик-космонавт СССР А. С. Елисеев представили друг другу членов будущих космических экипажей. В состав экипажей³ вошли:

Основной	Дублирующий
А. А. Губарев (СССР) —	Н. Н. Рукавишников (СССР) —
В. Ремек (ЧССР),	О. Пелчак (ЧССР),
П. И. Климук (СССР) —	В. Н. Кубасов (СССР) —
М. Гермашевский (ПНР),	З. Янковский (ПНР),
В. Ф. Быковский (СССР) —	В. В. Горбатко (СССР) —
З. Йен (ГДР)	Э. Келлер (ГДР)

В конце августа 1977 г. кандидаты в космонавты от ЧССР, ПНР и ГДР приступили ко второму, основному этапу подготовки. На данном этапе занятия проводились в составе экипажей и по конкретной программе предстоящего полета. При этом отрабатывались вопросы взаимодействия и слаженности в работе между членами каждого экипажа при выполнении всех операций, необходимых по программе полета, — на комплексных и специализированных тренажерах космического корабля и орбитальной станции.

Основными задачами подготовки на втором этапе были:

1) изучение программы полета, бортовой и полетной документации, методик выполнения научно-технических исследований и экспериментов;

2) отработка навыков в управлении транспортным космическим кораблем и эксплуатации его систем, тренировка действий экипажа на участках сближения, причаливания и стыковки;

3) отработка действий экипажа в нештатных ситуациях;

4) отработка навыков при использовании средств жизнеобеспечения в космическом полете и после приземления;

³ Перечень всех международных экипажей по программе «Интеркосмос» дан в Приложении 2.

5) тренировки организма к воздействию факторов космического полета, а также исследования в барокамере, на центрифуге, апробация бортовых рационов питания, само- и взаимопомощь с использованием лекарственных препаратов из бортовой аптечки.

ЦПК им. Ю. А. Гагарина оборудован разнообразными тренировочными средствами — комплексным тренажером корабля «Союз», специализированным тренажером сближения и стыковки, учебно-тренировочным макетом станции «Салют», специализированным тренажером астроориентации и навигации, стендами систем жизнеобеспечения и другими. Занятия и тренировки проходили как с помощью этих средств, так и в термобарокамере, а также в планетарии (по опознаванию созвездий и «навигационных» звезд). Кроме того, проводились тренировки по ведению телерепортажей и кинофотосъемок.

Экипажи посетили Байконур — один из крупнейших космодромов мира. Надо ли говорить о том волнении, которое охватило здесь кандидатов в космонавты из ЧССР, ПНР и ГДР! Конечно, они много знали о Байконуре, но одно дело знать, а совсем другое — находиться там, где произошло так много событий, отмеченных словом «впервые».

10 января 1978 г. кандидаты в космонавты от трех социалистических стран присутствовали при старте космического корабля «Союз-27», пилотируемого экипажем в составе командира корабля В. А. Джанибекова и бортинженера О. Г. Макарова, стали как бы соучастниками начала первой краткосрочной экспедиции на орбитальную станцию «Салют-6».

А впереди у кандидатов в космонавты был еще один важный, может быть, наиболее ответственный этап в их «предстартовой» деятельности — экзамены и заключительное обследование Главной медицинской комиссией. Этот этап проводился для трех пар экипажей в различное время: в начале февраля 1978 г. — для экипажей, в состав которых входили представители ЧССР, в начале июня — для экипажей, в составе которых были представители ПНР; в начале августа 1978 г. — для экипажей, в состав которых входили представители ГДР.

Все кандидаты в космонавты продемонстрировали отличные теоретические и технические знания, широкую эрудицию, умение четко и слаженно действовать в специально смоделированных, сложных, нестандартных ситуациях. Результаты комплексных экзаменационных трени-

ревок на специализированных тренажерах и стендах, экзамены по конструкции и системам комплекса «Салют-6» — «Союз» и программе полета убедительно показали, что международные экипажи готовы к выполнению космического задания.

Таким образом, «путевка» в космос была получена, и двум экипажам, в состав которых входили представители ЧССР, предстояло вылететь на космодром Байконур. Какой из экипажей будет назначен в качестве основного, а какой в качестве дублирующего, предстояло определить Государственной комиссии за сутки-двое до старта. Как известно, оба экипажа готовятся по аналогичным программам и любой из них полностью подготовлен для выполнения космического полета. Когда же основной экипаж уже находится в космосе, дублирующий выполняет важные функции, участвуя в работе наземной группы управления полетом. Он готов в любую минуту «прийти на помощь» основному экипажу: дать совет и рекомендации в сложившейся ситуации, в том числе по результатам моделирования режимов полета на тренажерах и других технических средствах, подсказать какое-то решение в трудных случаях, просто подбодрить друзей в сложной ситуации.

Мы рассказали об отборе и подготовке кандидатов в космонавты от трех стран — ЧССР, ПНР и ГДР. Дабы не повторяться, нет необходимости описывать отбор или подготовку кандидатов в космонавты от других социалистических стран — участниц программы «Интеркосмос» — они отбирались и готовились по тем же самым программам и методикам, их подготовка распадалась на те же этапы и проводилась примерно в те же временные интервалы.

Программы полетов всех девяти международных экипажей, включавших космонавтов — граждан социалистических стран — участниц программы «Интеркосмос», также были идентичными и предусматривали:

старт международного экипажа с космодрома Байконур на космическом корабле «Союз»;

встречу и стыковку корабля «Союз» с орбитальной научной станцией «Салют»; переход международного экипажа на борт станции, где находится основной экипаж советских космонавтов;

работу на станции совместно с основным экипажем в течение 7 дней: проведение запланированных научных исследований (основная задача в космосе международ-

ных экипажей!), телевизионных репортажей, мероприятий символического характера и др.;

возвращение международного экипажа на Землю в космическом корабле «Союз».

Именно по такой схеме и в таком объеме были проведены все полеты международных экипажей по программе «Интеркосмос», за исключением полета советско-болгарского экипажа, о котором ниже будет рассказано. Основные данные о каждом полете (космический корабль, состав международного экипажа, состав основного экипажа станции «Салют-6», с которым довелось работать членам международного экипажа, даты и время запуска, стыковки, расстыковки, посадки, продолжительность полета) приведены в Приложении. Научно-исследовательской деятельности международных экипажей в космосе целиком посвящается следующая глава.

Полеты международных экипажей по программе «Интеркосмос»

2 марта 1978 г. стало знаменательной датой в истории программы «Интеркосмос», в истории научно-технической кооперации стран социалистического содружества. В этот день в 18 час 28 мин по московскому времени с космодрома Байконур стартовала ракета-носитель с космическим кораблем «Союз-28», на борту которого находился экипаж в составе командира корабля летчика-космонавта СССР А. А. Губарева и космонавта-исследователя гражданина ЧССР В. Ремека.

Ракета-носитель вывела «Союз-28» на начальную орбиту с параметрами: высота в перигее 198 км, высота в апогее 276 км, наклонение 51,6°, период обращения 88,95 мин. На первых трех витках полета корабля «Союз-28» космонавты провели контроль состояния и работоспособности систем и агрегатов корабля, проверили герметичность его отсеков, а затем сняли скафандры. На последующих витках началось формирование монтажной орбиты.

На 4-м и 5-м витках «Союза-28» был проведен первый двухимпульсный маневр для подъема высоты орбиты корабля. Двигаясь по новой орбите, корабль догонял станцию «Салют-6», которая в момент старта «Союза-28» находилась впереди по полету корабля, на расстоянии около 10 тыс. км. При первом импульсе двигательная установка корабля проработала 4 с и увеличила его ско-

рость на 1,3 м/с, при втором импульсе — 55 с и увеличила скорость корабля на 31,6 м/с. В результате первого двухимпульсного маневра корабль «Союз-28» перешел на орбиту с высотой в перигее 269 км, второго — в апогее 309 км и периодом обращения 90 мин.

На 6—12-м витках в период, когда корабль совершал полет вне зон радиовидимости наземных станций слежения, космонавты спали, при этом контроль за полетом корабля осуществлялся измерительными пунктами, расположенными на морских судах.

3 марта на 17-м витке полета корабля «Союз-28» формирование монтажной орбиты было продолжено путем выполнения второго двухимпульсного корректирующего маневра. Он позволил сблизить космический корабль с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-27» до такого расстояния, когда дальнейшее сближение могло уже осуществляться автоматически с помощью аппаратуры автономного наведения. После включения этой аппаратуры на 18-м витке произошло сближение «Союза-28» с орбитальным комплексом, причаливание к нему, и в 20 ч 10 мин по московскому времени корабль «Союз-28» состыковался с орбитальным научно-исследовательским комплексом «Салют-6» — «Союз-27», причем стыковка была осуществлена со стыковочным узлом, расположенным на агрегатном отсеке станции.

После проверки герметичности стыковочного узла и выравнивания давления между кораблем и станцией экипаж «Союза-28» открыл переходные люки и в 23 ч 10 мин перешел в помещение станции «Салют-6», где их встретили космонавты Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко — «долгожители» космического «дома», работавшие на станции уже с 11 декабря 1977 г. Таким образом, с 3 марта 1978 г. в околоземном пространстве на борту орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28» приступил к совместной работе экипаж в составе космонавтов Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко, А. А. Губарева и В. Ремека. В чем заключалась эта работа?

Во-первых, научно-исследовательская деятельность. Как выше подчеркивалось, это — главная задача международных экипажей в космосе. Подробнее об этой основной стороне их деятельности, о подготовленных для них учеными социалистических стран исследованиях и экспериментах и выполнении научных программ полетов рассказывается в следующей главе.

Во-вторых, кинофотосъемки с целью документирования деятельности международного экипажа на борту станции «Салют-6», телевизионные репортажи с борта станции, в которых космонавты рассказывали о своей работе в космосе, делились впечатлениями и наблюдениями, бортовые телевизионные пресс-конференции, в ходе которых космонавты отвечали на вопросы корреспондентов, аккредитованных в Центре управления полетом, мероприятия символического характера и т. п. Об этой стороне деятельности космонавтов говорится ниже в этой главе.

После полного и успешного завершения программы работ на борту орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28» 10 марта 1978 г. космонавты А. А. Губарев и В. Ремек благополучно возвратились на Землю: спускаемый аппарат корабля «Союз-28» совершил мягкую посадку в 16 ч 44 мин в заданном районе территории Советского Союза, в 310 км западнее г. Целинограда. Общая продолжительность полета космонавтов А. А. Губарева и В. Ремака составила 7 сут 22 ч 16 мин.

Несколько слов о полете советско-болгарского международного экипажа, который не удалось, к сожалению, выполнить в полном запланированном объеме.

Советско-болгарский международный экипаж в составе: командир корабля летчик-космонавт СССР Н. Н. Руквишников и космонавт-исследователь гражданин НРБ Г. Иванов стартовал с космодрома Байконур в космическом корабле «Союз-33» 10 апреля 1979 г. в 20 ч 34 мин. Программой полета предусматривалась стыковка корабля «Союз-33» с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-32» и проведение совместных исследований с космонавтами В. А. Ляховым и В. В. Рюминым — членами основной экспедиции на «Салюте-6».

После выведения космического корабля «Союз-33» на начальную геоцентрическую орбиту был выполнен (на 4-м и 5-м витках корабля) первый двухимпульсный маневр дальнего сближения с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-32», в результате которого «Союз-33» перешел на новую орбиту с высотой в перигее 273 км, высотой в апогее 330 км, наклоном $51,6^\circ$ и периодом обращения 90,1 мин.

11 апреля в 21 ч 54 мин началось сближение корабля с орбитальным комплексом, однако в процессе сближения возникли отклонения от штатного режима в ра-

боте сближающе-корректирующей двигательной установки корабля «Союз-33». Стыковка корабля со станцией «Салют-6» была отменена, и принято решение о возвращении международного экипажа на Землю.

В сложной и трудной обстановке возвращения на Землю, когда импульс схода с орбиты обеспечивала резервная двигательная установка корабля, а спуск проходил по баллистической траектории (в отдельные моменты времени перегрузки при этом достигали 8—10 g), космонавты Н. Н. Рукавишников и Г. Иванов действовали уверенно и хладнокровно, четко взаимодействовали со службами Центра управления полетом, проявили высокую выдержку и мужество.

12 апреля 1979 г. в 19 ч 35 мин спускаемый аппарат космического корабля «Союз-33» с космонавтами Н. Н. Рукавишниковым и Г. Ивановым совершил посадку в заданном районе территории Советского Союза, в 320 км юго-восточнее г. Дзержказгана. Продолжительность полета советско-болгарского экипажа составила 4 сут 23 ч 1 мин.

Ученые и специалисты Болгарии вместе со своими коллегами из СССР и других социалистических стран подготовили для международного экипажа 19 геофизических, физико-технических, астрофизических и медико-биологических исследований и экспериментов, а также экспериментов в области космического материаловедения. Впоследствии советские космонавты В. А. Дяхов и В. В. Рюмин на борту научно-исследовательского орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз» выполнили большую часть этих экспериментов.

Коротко расскажем о деятельности международных экипажей в космосе, помимо научных исследований и экспериментов.

Ежедневно космонавты проводили телевизионные репортажи с борта станции «Салют-6», в которых рассказывали о своей работе в космосе, делились впечатлениями и наблюдениями. Широкую популярность завоевали бортовые телевизионные пресс-конференции, в ходе которых космонавты отвечали на вопросы советских и иностранных корреспондентов, аккредитованных в Центре управления полетом. Первый же советско-чехословацкий международный экипаж открыл «космическое» отделение связи, которое в дальнейшем работало регулярно и аккуратно: двумя специальными штепселями — советским и той страны, космонавт которой входил в состав

международного экипажа, гасилась почтовая корреспонденция, адресованная в музеи СССР и других социалистических стран и предназначенная для последующего экспонирования там. Члены международных экипажей вместе с космонавтами — членами основных экспедиций на «Салют-6» подписывали свидетельства ФАИ (Международной авиационной федерации) о выполнении космического полета соответствующим международным экипажем. Один из телевизионных репортажей был специально посвящен предметам символического характера, которые брали с собой международные экипажи на борт станции «Салют-6».

В полетах международных экипажей по программе «Интеркосмос» сложилась традиция брать с собой в космос предметы, символизирующие культурное и научное наследие страны, ее исторические реликвии.

Прежде всего следует отметить, что международные экипажи среди других предметов символического характера брали в космос национальные государственные флаги, гербы и вымпелы. Полет советско-польского экипажа проходил в канун Дня Возрождения Польши — большого национального праздника польского народа. Поэтому на борту станции «Салют-6» находился текст «Июльского манифеста», обнародованного 22 июля 1944 г. Польским комитетом национального освобождения, манифеста, содержащего программу коренных политических и социально-экономических преобразований и возвестившего о рождении новой Польши. Кроме того, среди предметов, взятых на борт станции советско-польским экипажем, находились миниатюрные издания «Манифеста Коммунистической партии» и Конституции ПНР, фрагмент из факсимильного издания книги Николая Коперника «О вращениях небесных тел» и репродукция рисунка Солнечной системы из этой книги.

Советско-венгерский экипаж взял с собой в космос схему перелета в 1919 г. из Будапешта в Советскую Россию к В. И. Ленину посланца венгерских коммунистов Тибора Самуэли, макет Чепельской радиотелеграфной установки «Искра», которая 22 марта 1919 г. приняла обращение Ленина к рабочим Венгерской Советской Республики, макет монумента «Освобождение», установленного на горе Геллерт в Будапеште. На борту станции находились также страницы из труда одного из творцов неевклидовой геометрии Яноша Бойяи, копия двух страниц из Будапештской хроники 1473 г. — старейшего па-

мятника венгерской печати, копия страницы с записью первых метеорологических наблюдений в Венгрии и другие символы венгерской истории, науки и культуры.

Советско-кубинский экипаж захватил с собой на борт станции среди других предметов символического характера барельеф пламенного кубинского революционера Эрнесто Че Гевары, макет яхты «Гранма», миниатюрное издание книги с текстом Хосе Марти и Фиделя Кастро, тексты стихотворений «Космос» Х. Марти и «Космонавт» Н. Гильена, а также предметы, символизирующие природные богатства Кубы и основные продукты ее сельского хозяйства (семена кубинской пальмы, мешочки с кубинским сахаром, кубинские сигары и ракушки).

Вместе с советско-монгольским международным экипажем на борту станции «Салют-6» находились скульптурная группа с изображением встречи В. И. Ленина с Д. Сухэ-Батором, миниатюрные издания с текстами Программы МНРП, Конституции МНР, бесед В. И. Ленина с делегатами из Монголии и другие предметы.

Наконец, каждый космонавт — член международного экипажа брал с собой в космос горсть священной земли со своей родины — будь то земля Праги, Варшавы, Халхин-Гола, Эрдэнэта, земля с площади Бадинь, из Плайя-Хирон или с места рождения космонавта.

После окончания полета предметы символического характера возвращались вместе с международным экипажем на Землю и передавались в государственные музеи Советского Союза и других социалистических стран. В нашей стране эти предметы экспонируются в Музее В. И. Ленина, Музее Революции, Государственном историческом музее, Музее Советской Армии (Москва), Мемориальном музее истории космонавтики им. К. Э. Циолковского (Калуга), павильоне «Космос» на ВДНХ, Музее Звездного городка, Музее революции и Музее связи им. А. С. Попова (Ленинград).

Каждый из космонавтов социалистических стран — членов международных экипажей по программе «Интеркосмос» — совершал полет в космос впервые, и это событие на каждого из них без исключения произвело неизгладимое впечатление. После полетов в своих статьях, интервью, книгах, выступлениях по радио и телевидению они были единодушны в своем восхищении мощью и надежностью советской ракетно-космической техники, теми возможностями, которые им были предоставлены для проведения исследований и экспериментов. Космонавты под-

черкивали, что это были «звездные часы» их жизни, и они — посланцы своих стран и народов — стремились каждую минуту пребывания в космосе с максимальной эффективностью использовать для прогресса науки и техники. Их взволнованные рассказы о пребывании в космосе с борта орбитальной станции «Салют-6» и на Земле, после полетов, свидетельствуют об огромном чувстве ответственности за порученное дело, о понимании важности их миссии, о гордости, что их страны в результате сотрудничества с СССР и другими социалистическими странами идут в ногу с мировым прогрессом.

Вот как писал в одной из своих статей Владимир Ремека⁴, вспоминая космический полет в составе советско-чехословацкого международного экипажа: «Я не видел никаких летающих тарелок или загадочных объектов, но я видел нашу родную планету. Могу подтвердить то, что о ней говорят все, видевшие ее с космических высот: она прекрасна. Тем более потому, что из космоса нельзя видеть ни огненных пожаров войн, ни границ, разделяющих народы и государства. И хотя мы всю нашу планету облетали за девяносто минут, она, бесспорно, достаточно велика, чтобы человечество могло жить на ней в мире и дружбе, но в то же время слишком мала, чтобы ее жители не ощущали угрозы, исходящей от накопленных вооружений». Сейчас, спустя семь лет после полета В. Ремека, когда на Западе делаются новые шаги на пути милитаризации, в частности милитаризации космоса, эти слова стали еще более актуальными.

А вот как попытался выразить свои впечатления от полета румынский космонавт Д. Прунариу: «Что означал для меня полет в мае 1981 г.? Это было поистине уникальное событие, в котором сочетались одновременно исполнение мечты и выполнение долга. На протяжении всех лет подготовки я испытывал чувство глубокой ответственности, которая иногда казалась мне огромной, выше моих сил. Но мысль о том, что наша Коммунистическая партия оказала мне доверие и дала возможность дальше пронести героические традиции румынских крыльев, укрепила мою волю и решимость преодолеть трудности... Из звездного пространства я вернулся с большими впечатлениями. Их так много, что даже не знаешь, с чего начать. Может быть, с того, как выглядит наша планета с высоты космической орбиты? Вид оттуда — фантасти-

⁴ «Наука и человечество. 1980». М.: Знание, 1980.

ческий! У тебя все время такое чувство, что ты пролетаешь над огромной, совершенно необычной картой, у которой непривычные контурные краски и условные обозначения, являющиеся на самом деле настоящими морями, горами, реками...»⁵.

Средства массовой информации Советского Союза и других социалистических стран широко освещали полеты международных экипажей по программе «Интеркосмос». В печати, по радио и телевидению не только самым подробнейшим образом рассказывалось о заключительном этапе подготовки к полету, ходе полета и его итогах, но и анализировалось это событие как с точки зрения дальнейшего развития космических исследований, так и с точки зрения укрепления братских уз народов социалистических стран.

В дни полета советско-чехословацкого экипажа газета «Руде право» писала: «Запуск „Союза-28“ знаменует начало новой главы в исследовании космического пространства — широкой интернационализации работ во Вселенной. Он служит предвестником эпохи, когда на околоземной трассе будут рука об руку работать ученые разных стран.

Совместный полет советского и чехословацкого космонавтов на советском космическом корабле — это яркий пример тесного сотрудничества братских стран в различных областях человеческой деятельности. Он является конкретным выражением единства интересов и целей народов обоих социалистических государств и братских партий — КПСС и КПЧ, руководящих политических сил наших стран.

Полет нашего космонавта является проявлением бескорыстия Советского Союза в самом широком масштабе. Верная своим интернационалистическим принципам, первая страна социализма передает полученные ею научные сведения в такой новой, современной области, какой является космонавтика, для широкого использования в других странах»⁶.

Единодушным мнением пронизаны и все последующие публикации, высказывания, связанные с полетами международных экипажей космонавтов социалистических стран: это, во-первых, важный, новый этап в развитии мировой космонавтики, во-вторых, эти полеты стали яр-

⁵ «Наука и человечество. 1983», М.: Знание, 1983.

⁶ «Руде право», 5 марта 1978 г.

ким вкладом в развитие социалистического интернационализма, отражающего качественно новые связи между государствами, основанные на общих идеалах и целях, на решении общих задач, на всестороннем товарищеском сотрудничестве, и, в-третьих, полеты международных экипажей являются новым подтверждением принципиальной позиции Советского Союза, который поставил свой гигантский научно-технический и промышленный потенциал на службу всему социалистическому содружеству, на всемерное развитие социалистической интеграции в научных исследованиях космического пространства.

Полеты международных экипажей по программе «Интеркосмос», работа космонавтов на орбите были по достоинству оценены государственными и партийными руководителями, общественностью социалистических стран. Одно из выражений этой оценки — высокие правительственные награды, которыми были удостоены члены международных экипажей.

Герои Советского Союза летчики-космонавты СССР А. А. Губарев, Ю. В. Романенко, В. А. Джанибеков и Л. И. Попов, каждый из которых совершил в составе международного экипажа свой второй космический полет, были награждены орденом Ленина и вторыми медалями «Золотая Звезда». Дважды Герои Советского Союза летчики-космонавты СССР П. И. Климук, В. Ф. Быковский, Н. Н. Рукавишников, В. Н. Кубасов и В. В. Горбатко были награждены орденами Ленина.

Указами Президиума Верховного Совета СССР всем космонавтам социалистических стран — В. Ремеку, М. Гермашевскому, З. Йену, Г. Иванову, Б. Фаркашу, Фам Туану, А. Тамайю Мендесу, Ж. Гуррагче, Д. Прунариу — были присвоены звания Героев Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда».

В девяти социалистических странах были учреждены почетные звания «Летчик-космонавт», которые были присвоены первым космонавтам этих стран, а также в некоторых случаях и их дублерам.

Членами международных экипажей были получены также следующие награды или им были присвоены следующие почетные звания:

Президент ЧССР Густав Гусак присвоил летчикам-космонавтам СССР Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко, А. А. Губареву и летчику-космонавту ЧССР В. Ремеку почетное звание «Герой ЧССР».

Государственный совет ПНР наградила летчика-космонавта СССР П. И. Климчука и летчика-космонавта ПНР М. Гермашевского орденами «Крест Грюнвальда» первой степени.

Генеральный секретарь ЦК СЕПГ, Председатель Государственного совета ГДР Эрих Хонеккер наградила летчика-космонавта СССР В. Ф. Быковского и летчика-космонавта ГДР Э. Йена орденами Карла Маркса и присвоил им почетное звание «Герой Германской Демократической Республики».

Государственный совет НРБ присвоил летчику-космонавту СССР Н. Н. Рукавишникову и летчику-космонавту НРБ Г. Иванову почетное звание «Герой Народной Республики Болгарии».

Указом Президиума ВНР летчику-космонавту СССР В. Н. Кубасову и летчику-космонавту ВНР Б. Фаркашу присвоено звание «Герой Венгерской Народной Республики» с вручением «Золотой Звезды».

Постоянный комитет Национального собрания СРВ присвоил звание «Герой Социалистической Республики Вьетнам» летчику-космонавту СССР В. В. Горбатко с вручением ему медали «Золотая Звезда» и ордена Хо Ши Мина первой степени и летчику-космонавту СРВ Фам Туану с вручением ему второй медали «Золотая Звезда» и ордена Хо Ши Мина первой степени.

Государственный совет Республики Куба присвоил летчику-космонавту СССР Ю. В. Романенко и летчику-космонавту Республики Куба А. Тамайо Мендесу звание «Герой Республики Куба» с вручением медали «Золотая Звезда» и ордена «Плайя-Хирон».

Президиум Великого Народного Хурала МНР присвоил летчику-космонавту СССР В. А. Джанибекову и летчику-космонавту МНР Ж. Гуррагче звание Героя МНР с вручением ордена Сухэ-Батора и медали «Золотая Звезда».

Декретом Президента СРР Н. Чаушеску летчику-космонавту СССР Л. И. Попову и летчику-космонавту СРР Д. Прунариу присвоено почетное звание «Герой Социалистической Республики Румынии».

Высоких наград братских социалистических стран удостоены также члены основных экспедиций на «Салют-6», с которыми пришлось вместе работать международным экипажам, руководитель полета международных экипажей А. С. Елисеев, дублёры космонавтов.

Для тех, кто интересуется техническими подробностями

Международные экипажи совершили полеты в космос на советских кораблях «Союз» и орбитальной научной станции «Салют-6».

Подробный рассказ о советской ракетно-космической технике, использованной международными экипажами, не входит в задачи этой книги. Материал такого рода опубликован. Но мы считали, что читателю, особенно интересующемуся техническими подробностями, было бы небезынтересно иметь хотя бы самые общие представления о том, что такое космический корабль «Союз», орбитальная станция «Салют-6» и т. д.

Ниже мы приводим основные сведения о ракете-носителе и космическом корабле «Союз» и орбитальной станции «Салют-6», а также об автоматическом грузовом корабле «Прогресс», с помощью которого на орбиту доставлялась научная аппаратура для международных экипажей, топливо и расходные материалы для обеспечения жизнедеятельности членов основных и международных экспедиций.

Ракета-носитель «Союз». Ракеты-носители «Союз» используются для выведения на геоцентрические орбиты транспортных космических кораблей «Союз» и автоматических грузовых кораблей «Прогресс».

Ракета-носитель «Союз» имеет три ступени. Первую ступень составляют 4 боковых блока, каждый из которых имеет длину 19 м, диаметр до 3 м и оснащен четырехкамерным (с двумя рулевыми камерами) двигателем, развивающим в вакууме суммарную тягу 102 т. Вторая ступень представляет собой центральный блок длиной около 28 м, с максимальным диаметром 2,95 м, оснащенный четырехкамерным (с 4 рулевыми камерами) двигателем, развивающим суммарную тягу в вакууме 96 т. Третья ступень представляет собой блок длиной 8 м и диаметром 2,6 м, оснащенный четырехкамерным двигателем (с рулевыми соплами) с тягой в вакууме 30 т. Стартовая масса ракеты-носителя с кораблем «Союз» составляет более 300 т.

При старте ракеты-носителя двигатели первой и второй ступеней включаются одновременно. Двигатель второй ступени продолжает работу после сброса четырех боковых блоков. Третья ступень запускается после окончания работы двигателя второй ступени. Во всех трех ступенях ракеты-носителя используется кислородно-керосиновое топливо. Общая длина ракеты-носителя с космическим кораблем «Союз» составляет 49 м, максимальный диаметр по стабилизаторам 10,3 м.

Космический транспортный корабль «Союз». Космический транспортный корабль «Союз» (рис. 1) предназначен для доставки экипажа и научной аппаратуры на орбитальную станцию «Салют» и возвращения экипажа с материалами научных исследований на Землю.

Корабль состоит из трех основных отсеков: орбитального отсека со стыковочным агрегатом, спускаемого аппарата, приборно-агрегатного отсека. Стартовая масса корабля составляет 6800 кг.

Орбитальный отсек предназначен для работы и отдыха экипажа во время орбитального полета. Внутренний объем орбитального отсека (6,5 м³) используется также для размещения аппаратуры радиотехнической системы сближения, аппаратуры телевизионной системы и агрегатов системы обеспечения жизнедеятельности. На внешней поверхности отсека установлены антенны системы сближения, радиоконтроля орбиты и телекамеры внешнего обзора, предназначенные для контроля процесса стыковки. Снаружи орбитальный отсек закрыт экранно-вакуумной теплоизоляцией. Пассивная и активная системы терморегулирования поддерживают внутри отсека температуру в диапазоне от +10° до +30° С.

Стыковочный агрегат обеспечивает механическую, электрическую и гидравлическую стыковку корабля со станцией, а также создание герметического стыка между кораблем и станцией. Через стыковочный агрегат после стыковки экипаж переходит в станцию.

Спускаемый аппарат предназначен для размещения экипажа во время выведения на орбиту, стыковки с орбитальной станцией и спуска на Землю. Спускаемый аппарат является главным рабочим местом экипажа при управлении кораблем в полете. При выведении на орбиту и спуске на Землю экипаж, одетый в скафандры, находится в спускаемом аппарате и размещается в специальных амортизированных креслах.

Внутренний объем спускаемого аппарата (3,8 м³) используется для размещения приборов и оборудования системы управления кораблем в полете и спускаемым аппаратом на этапе спуска, системы обеспечения жизнедеятельности экипажа, системы управления бортовым комплексом, аппаратуры радиотехнической системы связи и пеленга «Заря». Здесь также установлены специальные контейнеры, предназначенные для размещения научного оборудования, доставляемого на станцию «Салют», и возвращения результатов экспериментов на Землю.

Для управления спускаемым аппаратом на участке снижения используются 6 микрореактивных двигателей, установленных на корпусе аппарата. В спускаемом аппарате, в специальных контейнерах, находятся основная и запасная парашютные системы.

Тормозной парашют основной системы раскрывается на высоте 9,5 км. После гашения скорости тормозным парашютом выпускается основной купол парашютной системы, который обеспечивает дальнейший спуск и посадку спускаемого аппарата. Непосредственно перед приземлением на высоте 1 м включаются двигатели мягкой посадки, снижающие скорость приземления до 3—4 м.

В приборно-агрегатном отсеке размещены все основные служебные системы корабля, обеспечивающие автономный полет, сближение и стыковку; полет в составе орбитальной станции и расстыковку.

В переходной секции приборно-агрегатного отсека, выполненной в виде фермы, размещены баки с топливом и 10 двигателей причаливания и ориентации с тягой 10 кг каждый; системы, обеспечивающие координатные перемещения и ориентацию корабля относительно центра масс в полете и при сближении со станцией «Салют». Кроме того, на внешней поверхности секции размещены антенны командной радиолинии и радиатор-излучатель системы терморегулирования корабля.

Приборная секция этого отсека представляет собой герметичный корпус с расположенными внутри аппаратурой служебных систем корабля и основными агрегатами системы терморегулирования. Здесь же расположена аппаратура системы ориентации и управления движением корабля, работающая совместно с датчиком — построителем инфракрасной вертикали, гиросприборами, интеграторами и радиотехнической аппаратурой сближения. В состав радиотехнических средств, размещенных в приборной секции, входят: системы командной радиолинии, система радиотелескопических измерений.

Принем, обработка и формирование команд управления бортовыми системами, связь между отдельными системами, включение и выключение электропитания систем и отдельных приборов производятся с помощью приборов системы управления бортовым комплексом. Снаружи приборной секции установлены антенны системы «Заря». Блоки системы электропитания, размещенные в приборной секции (часть блоков размещена и в агрегатной секции), обеспечивают питание бортовой аппаратуры постоянным током напряжением 27 В с момента перехода на бортовое питание на стартовой площадке до перехода на питание от станции после стыковки с ней и после расстыковки со станцией. После разделения отсеков корабля спускаемый аппарат переходит на свое автономное питание. Химическая батарея, состоящая из нескольких блоков, может подзарядаться от системы электропитания орбитальной станции.

Агрегаты и автоматика системы терморегулирования поддерживают необходимый температурный режим в жилых отсеках корабля при автономном полете, а также заданный температурный режим приборов, агрегатов и топливных баков, размещенных внутри герметичных и негерметичных отсеков. Это обеспечивается установкой экранно-вакуумной теплоизоляции снаружи отсеков, нанесением специальных покрытий, работой гидроконтуров охлаждения и подогрева, гидроконтуров навесных радиаторов-излучателей и вентиляторов.

В агрегатной секции этого отсека размещена сближающе-корректирующая двигательная установка корабля. Снаружи агрегатной секции установлено 4 двигателя причаливания и ориентации с тягой 10 кг каждый и 8 двигателей ориентации с тягой 1 кг каждый, навесной радиатор-излучатель, датчики системы ориентации и управления движением, антенна радиотелеметрической системы, антенна системы «Заря» и одна антенна радиотехнической системы сближения.

Корабль «Союз» в собранном виде имеет следующие размеры: максимальная длина 7,94 м, максимальный диаметр 2,72 м.

Для выведения транспортного корабля «Союз» на орбиту используется трехступенчатая ракета-носитель. На участке выведения при полете в плотных слоях атмосферы корабль закрыт обтекателем, который сбрасывается на участке работы второй ступени.

После отделения корабля от ракеты-носителя осуществляется раскрытие элементов конструкции с антеннами радиотехнических систем.

Для спасения экипажа в случае аварии ракеты-носителя на старте или на участке выведения корабля на орбиту имеется система аварийного спасения, которая обеспечивает отделение и уход от носителя части корабля с экипажем, после чего спускаемый аппарат производит спуск на парашюте и посадку на Землю.

Орбитальная научная станция «Салют-6». «Салют-6» (рис. 2) является очередной модификацией советских пилотируемых орбитальных научных станций. Иногда ее называют орбитальной станцией «второго поколения», учитывая, что в ее конструкцию были внесены по сравнению с предыдущими станциями этого типа принципиальные изменения.

Основные изменения в конструкции станции (введение второго стыковочного узла, новая двигательная установка, многократно запрашиваемая в полете, улучшение санитарно-гигиенических условий пребывания экипажа и др.) были сделаны для расширения возможностей станции: продлить продолжительность ее работы в пилотируемом режиме, увеличить объем и расширить направления проводимых исследований и экспериментов.

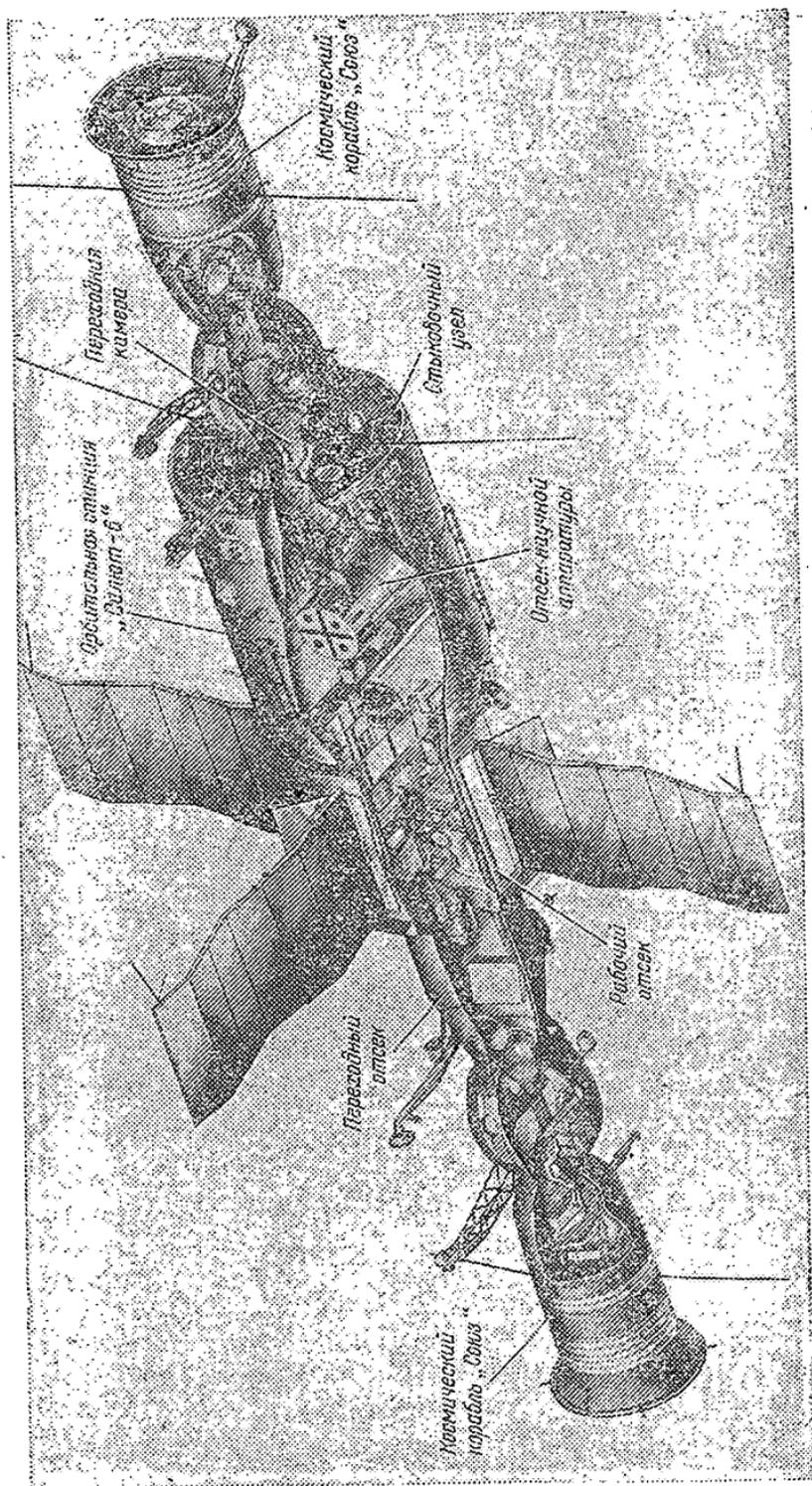


Рис. 2. Орбитальный научно-технический комплекс «Салют-6» — «Союз»

Станция состоит из пяти отсеков: переходного, рабочего, отсека научной аппаратуры, промежуточной камеры и агрегатного. В рабочем отсеке размещается основное рабочее оборудование станции. Из этого отсека экипаж управляет станцией, работает в нем во время проведения большинства исследований. Здесь его место отдыха, сна и приема пищи. Рабочий отсек состоит из двух цилиндров с диаметрами 2,9 и 4 м и длиной соответственно 3,5 и 2,7 м.

К «малому цилиндру» рабочего отсека примыкает переходный отсек, который сообщается с ним через люк. На этом отсеке устанавливается один из двух стыковочных узлов станции (второй установлен на промежуточной камере), к которым причаливают пилотируемые корабли. Переходный отсек используется также для визуальных наблюдений через размещенные на его корпусе семь иллюминаторов и для выхода в открытый космос (т. е. используется в качестве шлюзового отсека). Перед выходом в открытый космос закрываются люк стыковочного узла, отделяющий отсек от транспортного корабля, и люк со стороны рабочего отсека. Внутри переходного отсека размещены скафандры, используемые для выхода в открытый космос, система их вентиляции, пульт управления выходом космонавтов в открытый космос, ручки управления ориентацией, средства радиосвязи.

Со стороны заднего днища рабочего отсека установлен негерметичный агрегатный отсек: его диаметр 4,15 м, длина 2,2 м. В агрегатном отсеке размещаются объединенная двигательная установка, радиоантенны, датчики системы ориентации солнечных батарей, антенны, световые индексы и мишени системы сближения, телевизионная камера контроля причаливания кораблей к станции со стороны агрегатного отсека.

В состав объединенной двигательной установки входят два корректирующих реактивных двигателя тягой 300 кг каждый, 32 управляющих реактивных двигателя тягой 14 кг каждый, шесть топливных баков с сильфонными разделителями газа и топлива, баллоны с газом для наддува баков, насосы для откачки газа из баков при дозаправке и пневмогидроавтоматика. В качестве компонентов топлива используются диметилгидразин (горючее) и азотный тетроксид (окислитель). Корпус агрегатного отсека термостатируется за счет прокачки жидкого теплоносителя с заданной температурой через трубки, приваренные к оболочке отсека.

По оси агрегатного отсека расположена промежуточная камера. Одним концом она приварена в заднее днище рабочего отсека и соединяется с ним через люк, на другом конце камеры установлен второй («задний») стыковочный узел, к которому могут причаливать как пилотируемые транспортные, так и автоматические грузовые корабли. Внутри промежуточной камеры была установлена

технологическая печь «Кристалл». На стыковочном узле размещены два гидроразъема, через которые проводилась заправка объединенной двигательной установки из грузового корабля.

Отсек научной аппаратуры представляет собой конус, вставленный перпендикулярно продольной оси станции в «большой цилиндр» рабочего отсека. Его оболочка является частью гермоконтура рабочего отсека. Внутренняя часть конуса сообщается с внешним пространством. В этой части отсека был размещен субмиллиметровый телескоп ВСТ-1М; машинная система охлаждения его приемников; работающая по замкнутому циклу (без расхода рабочего тела) и обеспечивающая охлаждение приемников излучения телескопа до температуры жидкого гелия (4—4,5 К), ряд оптических датчиков.

В 1978 г. на базе станции «Салют-6» был создан пилотируемый орбитальный научно-исследовательский комплекс, включающий также транспортные космические корабли «Союз» и автоматические грузовые корабли «Прогресс». Основные характеристики станции «Салют-6» и орбитального комплекса следующие:

масса станции после ее выведения на орбиту — 18 900 кг

масса орбитального комплекса (с двумя кораблями) — 32 500 кг

масса научного оборудования, выводимого на орбиту непосредственно станцией, — 1500 кг

общая длина (с двумя кораблями) — 29 м

длина станции — 15 м

максимальный диаметр станции — 4,15 м

максимальный поперечный размер (по раскрытым солнечным батареям) — 17 м

общая площадь солнечных батарей — 60 м².

На «Салюте-6» были установлены такие крупные научные инструменты, как субмиллиметровый телескоп ВСТ-1М массой 650 кг и диаметром главного зеркала 1,5 м и многозональная фотоаппаратура МКФ-6М, разработанная специалистами СССР и ГДР и изготовленная в ГДР; масса фотоаппаратуры МКФ-6М — 170 кг.

Орбитальная станция «Салют-6» была запущена 29 сентября 1977 г. и функционировала в пилотируемом и автоматическом режимах до 29 июля 1982 г., т. е. ее полет продолжался 4 года 10 мес. За это время на ее борту работали 5 основных экспедиций продолжительностью 96, 140, 175, 185 и 75 суток и 11 краткосрочных экспедиций, в том числе восемь международных по программе «Интеркосмос». Со станцией осуществили стыковки 35 космических аппаратов, 27 космонавтов работали на ее борту. Общее время функционирования станции в пилотируемом режиме составило 676 суток.

В совместных полетах со станцией успешно проведены испытания усовершенствованного транспортного корабля «Союз Т». Полностью оправдала себя эффективная система материально-технического снабжения пилотируемых комплексов с использованием автоматических грузовых кораблей «Прогресс», которые доставили на станцию свыше 22 т различных грузов. Это обеспечило продолжительную работу экспедиций, позволило существенно пополнить состав научной аппаратуры станции и расширить программу исследований, провести комплекс ремонтно-профилактических мероприятий, что значительно увеличило срок функционирования «Салюта-6» на околоземной орбите.

Автоматический грузовой корабль «Прогресс» (рис. 3). С помощью автоматических грузовых кораблей «Прогресс» была решена принципиально новая в космонавтике задача снабжения орбитальной станции топливом, расходуемыми материалами для обеспечения жизнедеятельности экипажа, научной аппаратурой и оборудованием для замены исчерпавшего свой ресурс.

«Прогресс» создан на базе пилотируемого космического корабля «Союз» и выводится на орбиту с помощью той же ракеты-носителя, что и «Союз». При общей массе 7000 кг корабль «Прогресс» способен доставить на околоземную орбиту 2300 кг грузов, в том числе 1000 кг топлива и газообразных материалов. Грузовые корабли «Прогресс» используются также в качестве космических буксиров, обеспечивая с помощью собственной двигательной установки коррекцию орбиты научно-исследовательского комплекса.

Грузовой корабль «Прогресс» состоит из трех отсеков: грузового; отсека компонентов дозаправки и приборно-агрегатного.

Сухие грузы и запасы воды размещаются в грузовом отсеке, оболочка которого состоит из двух полусфер и цилиндрической вставки. Стыковочный узел грузового отсека имеет выходной люк, через который после стыковки автоматического корабля со станцией экипаж получает доступ к доставленным грузам. На внешней части стыковочного узла размещаются два гидроразъема (для горючего и окислителя), которые стыкуются с соответствующими гидроразъемами на стыковочном узле промежуточной камеры. Эти гидроразъемы с системой трубопроводов и дистанционно управляемых кранов соединены с баками отсека компонентов дозаправки.

В пегерметичном отсеке компонентов дозаправки установлены два бака с окислителем, два бака с горючим, баллоны с азотом наддува и воздухом, агрегаты и автоматика управления заправкой.

В приборно-агрегатном отсеке размещаются сближающе-корректирующая двигательная установка, двигатели причаливания и ориентации, топливные баки, баллоны наддува, пневмогидроавтоматика,

Комплекс бортовых систем близок к комплексу пилотируемого корабля «Союз» и отличается от него большей автоматизацией, позволяющей провести все операции по маневрированию на орбите, сближению со станцией и причаливанию к ней в полностью автоматическом режиме.

После полного освобождения грузового отсека экипаж переносит в него уже использованные и отработанные регенераторы, фильтры, элементы упаковки, белье и т. п. Если к этому времени перекачка топлива, воды, газов завершена, то осуществляется отстыковка грузового корабля от станции и перевод его в режим автономного полета. Затем в надлежащее время включается на торможение двигательная установка «Прогресса», он переходит на траекторию снижения, входит в плотные слои атмосферы над заданным районом акватории Тихого океана и прекращает существование.

Глава 3

В ИНТЕРЕСАХ НАУКИ И НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Общие принципы формирования научной программы полетов международных экипажей

Как подчеркивалось в предыдущей главе, основная задача международных экипажей в космосе — проведение научных исследований и экспериментов, подготовленных совместно учеными и специалистами социалистических стран — участниц программы «Интеркосмос».

Научная программа для международных экипажей была весьма обширной. В общей сложности ими было проведено более 150 экспериментов (включая выполненные повторно). По каждому полету эта общая цифра распределяется следующим образом: СССР—ЧССР — 6 экспериментов, СССР—ПНР — 10, СССР—ГДР — 15, СССР—НРБ — 19¹, СССР—ВНР — 20, СССР—СРВ — 17, СССР—Куба — 22, СССР—МНР — 25 и СССР—СРР — 18 экспериментов. Для выполнения экспериментальной программы полетов международных экипажей учеными социали-

¹ Эксперименты, подготовленные для советско-болгарского международного экипажа, выполнили члены основного экипажа — космонавты В. А. Дяхов и В. В. Рюмин.

стических стран было специально сконструировано и изготовлено свыше 30 научных приборов и устройств.

Каковы же основные характерные особенности этой научной программы?

Во-первых, научная программа каждого полета, а следовательно, и вся исследовательская программа этого этапа включала эксперименты, которые являлись естественным продолжением исследований, проводимых до этого в течение десятилетия в рамках программы «Интеркосмос». Более того, исследовательскую работу международных экипажей следует рассматривать как часть общей программы совместных работ в космосе, принятой в 1967 г. девятью социалистическими странами, как неразрывную цепь исследований, осуществляемых с тех пор в пяти основных областях сотрудничества.

Во-вторых, и это сразу бросается в глаза, исследовательская программа от полета к полету имела тенденцию к расширению, к включению в программу работ экипажа на орбите все большего числа экспериментов. Так, если первый (советско-чехословацкий) международный экипаж выполнил в ходе своего полета 6 экспериментов, то программа полета, например, советско-монгольского экипажа включала 25 экспериментов.

Это было вызвано тем, что к подготовке исследований для международных экипажей подключалось все большее число стран — участниц сотрудничества, ученые и специалисты которых стремились реализовать как можно больше научных идей, проверить те или иные методы исследований, получить ответы на те или иные вопросы. Кроме того, наличие на борту станции «Салют-6» разнообразной научной аппаратуры, и в частности той, которая оставалась от предыдущих полетов, расширяло возможности для исследований последующих экипажей, чем, естественно, не преминули воспользоваться составители научных программ.

В-третьих, космонавты-исследователи на борту станции «Салют-6» выполняли эксперименты непосредственно по заданиям ученых своих стран, что придавало их научной работе своеобразную окраску, накладывало национальный колорит традиционному сложившихся научных школ на исследования в рамках интернациональной программы.

В-четвертых, большая часть экспериментов, выполненных международными экипажами, приходится на исследования в области космической медицины, космического

материаловедения, изучение Земли и ее атмосферы, т. е. на исследования, сулящие непосредственную практическую отдачу в ближайшем будущем. Это отражает тенденцию все большей практической направленности совместных работ в космосе, проводимых в рамках программы «Интеркосмос», в интересах различных отраслей народного хозяйства социалистических стран.

Наконец, в-пятых, при подготовке как общей исследовательской программы полетов международных экипажей, так и экспериментов для каждого конкретного полета важную роль играли комплексность и преемственность проводимых исследований. Повторение некоторых экспериментов, по мнению специалистов, позволяет получить более надежные результаты, накопить статистические данные, выявить как индивидуальные особенности, так и общие закономерности изучаемого явления. Так, например, медики сосредоточили свои усилия на экспериментах в целях изучения комплексной проблемы адаптации человека к условиям космического полета в наиболее ранний, так называемый острый период адаптации на орбите.

Заключая рассуждения общего характера, остается сказать, что всю совокупность проделанной международными экипажами научной работы можно разбить на четыре основных направления: эксперименты в области космической медицины и биологии, изучения поверхности Земли и ее атмосферы, астрофизики и изучения физических свойств космического пространства, космического материаловедения. Ниже будет также сказано о нескольких технических экспериментах, не выделяемых авторами в отдельное направление.

Эксперименты в области космической медицины.

Медико-биологические эксперименты — неперемнная составная часть исследовательской работы космонавтов во всех пилотируемых космических полетах.

Сегодня доказано, что человек может жить и работать в космосе несколько месяцев. Но любой шаг, даже самый небольшой, в сторону увеличения сроков пребывания человека в космосе — это шаг в неизведанную область. Поэтому среди наиболее актуальных задач космической биологии и медицины — изучение влияния факторов космического полета на живые организмы, включая организм человека, в том числе таких факторов, как невесомость, космическое излучение, нервно-эмоциональное

напряжения, и воздействия искусственной среды обитания на условия работы и жизни. Кроме того, в последние годы важное значение приобрели проблемы острого периода адаптации человека к условиям космического полета. Это вызвано тем, что практика пилотируемых космических полетов требует достижения космонавтом нормальной работоспособности уже в первые часы и дни пребывания на орбите. Таким образом, один из «центров тяжести» медико-биологических исследований в наши дни переносится на проблему нормализации и повышения работоспособности экипажа в полете, а также в область психологических реакций космонавта.

Именно учитывая перманентную важность медико-биологических исследований в космосе, ученые стремятся использовать каждый полет человека в космос для проведения тех или иных экспериментов.

Не стали исключением и полеты международных экипажей по программе «Интеркосмос». Более того, половина из общего числа проведенных космонавтами социалистических стран экспериментов приходится на медико-биологические исследования.

Начнем наш краткий обзор исследований в этом направлении с экспериментов «Опрос» и «Досуг», которые проводились почти всеми международными экипажами.

В эксперименте «Опрос» космонавты в ходе полета отвечали на вопросы специального медико-психологического опросника о состоянии здоровья и воздействиях внешней среды на психическую деятельность, о выполнении поставленных перед ними задач. Каждому вопросу сопутствует пятибалльная шкала оценки. Космонавт выбирает (подчеркивает) балл, наиболее соответствующий его состоянию на момент обследования. На основе такой самооценки изучаются характеристики движения в условиях невесомости, особенности выполнения знакомых операций и формирования новых трудовых навыков, особенности ощущения аппетита и характер сна, характер взаимодействия членов экипажа, особенности общения с помощью речи, жестов и т. д. Материалы этого эксперимента позволяют оценить изменения в субъективной сфере человека, адаптирующегося к необычным факторам окружающей среды, индивидуальные особенности психологической адаптации человека (эмоционально-волевой сферы, потребностей самовосприятия, двигательных навыков и др.) к факторам среды обитания в космическом полете; эти материалы уже используются и будут использоваться в

дальнейшем при совершенствовании космической техники и улучшении условий проживания и деятельности человека в замкнутом пространстве.

Эксперимент «Досуг» был посвящен исследованию эффективности воздействия зрелищно-музыкальных программ на работоспособность экипажа во время полета, а также изучению психологических аспектов адаптации космонавтов к необычным условиям космической среды обитания. Космический полет, особенно длительный, оказывает явное влияние на психофизиологическое состояние космонавтов из-за воздействия таких факторов, как сенсорное голодание и социальная изоляция. Данные наземных экспериментов, связанных с длительным пребыванием операторов в условиях замкнутой среды обитания, подтверждают это и свидетельствуют о развитии астении, что вызывает снижение работоспособности человека. В этих случаях рациональная организация досуга с просмотром рекомендуемых зрелищно-музыкальных программ рассматривается как путь оптимизации функционального состояния нервно-психической сферы в условиях информационного дискомфорта.

Эксперимент «Досуг» проводился с использованием бортового видеомagneтофона и бортовой видеотеки, которая обязательно включала зрелищно-музыкальные программы, подготовленные специально для данного экипажа. Разумеется, такие программы отражали национальные традиции и особенности и вкусовые пристрастия космонавтов.

Подготовленные программы просматривались космонавтами по выбору во время отдыха. Контролем эффективности предложенных программ служили экспертные оценки функционального состояния и работоспособности членов экипажа во время полета, а также данные самооценок и впечатлений, отраженных в медико-психологическом опроснике, и сообщения в послеполетной беседе.

По методике проведения к этим экспериментам примыкает эксперимент «Анкета», выполненный тремя международными экипажами (СССР—СРВ, СССР—МНР и СССР—СРР). Суть эксперимента заключалась в следующем.

В ранее проведенных космических полетах у членов экипажей наблюдались различные сенсорные и вегетативные симптомы в первые сутки полета, причем до настоящего времени они остаются еще недостаточно изученными. Противоречивые мнения о влиянии отдельных факторов

на причины и механизм развития иллюзорных ощущений и болезни движения в определенной мере объясняются отсутствием систематизированных анамнестических данных² о предрасположенности к укачиванию в обычных условиях.

Цель эксперимента «Анкета» — изучить симптомы вестибулярных расстройств в полете, а также в период реадaptации и попытаться выявить определенные связи с чувствительностью к вестибулярным раздражителям в предполетных условиях. Для этого подготавливался специальный перечень вопросов, на которые космонавты отвечали до, во время и после полета. Вопросник предусматривал получение следующих сведений: как, например, переносил космонавт вестибулярные тренировки? через сколько времени после наступления невесомости началось ощущение прилива крови к голове (если оно возникало)? какого характера иллюзорные ощущения испытал космонавт (положение перевернутого тела, смещение предметов)? когда они появились? что способствовало их появлению? сколько времени они продолжались? и т. п. Вопросы помогали экипажам сосредоточить внимание на динамике своих ощущений, связанных с развитием болезни движения, и на зависимости их возникновения от конкретных условий полета и характера деятельности.

Польские медики предложили эксперимент «Вкус», который был проведен тремя международными экипажами (СССР—ПНР, СССР—ГДР, СССР—ВНР). В ходе этого эксперимента был выполнен цикл интересных исследований по изучению порога вкусовой чувствительности человека в условиях космического полета. В задачу эксперимента входило изучение механизмов, которые ответственны за нарушения вкусовых ощущений, наблюдающиеся у космонавтов во время космических полетов.

Высказывались различные, зачастую противоречащие друг другу гипотезы для объяснения причин этих нарушений. Выдвигалось, например, предположение, что указанные аномалии вызваны изменениями в восприимчивости у периферического рецептора вкусовых ощущений, возникающими в результате перемещения крови от нижних к верхним частям тела. Искались причины и в характере пищи, и в психологической сфере космонавта.

² Совокупность сведений о развитии болезни, условиях жизни и т. д.

Для проведения эксперимента использовался специальный прибор — «электрогустометр», сконструированный в Варшавском институте авиационной медицины и приспособленный для работы на борту орбитального комплекса. Он представляет собой электронный прибор небольшого размера, состоящий из генератора пилообразного напряжения (позволяет получать между электродами ток в пределах от 0 до 300 мкА), цифровой измерительной системы и двух электродов (пассивного и активного). Для количественного анализа в эксперименте «Вкус» использовалось электрическое раздражение вкусовых рецепторов. Этот метод обеспечивает высокую объективность и точность измерений, а также быстроту получения результатов и возможность многократного повторения наблюдений. Перечисленные достоинства метода оказались решающими при его выборе для данных исследований.

При измерениях использовался самый простой электрический раздражитель — постоянный ток между двумя электродами: пассивный электрод космонавт держал в руке, а активным прикасался к языку в местах наибольшей концентрации вкусовых луковиц. По мере роста электрического напряжения у космонавта появляется металлический или кислый вкус во рту; что происходит вследствие возбуждения вкусовых луковиц и появления ионов H и OH благодаря электролизу жидкости в полости рта. Результат измерения можно было прочесть на цифровом индикаторе. Данные эксперимента «Вкус», полученные космонавтами, указывают на существование определенных закономерностей в изменениях вкусовых ощущений.

Чехословацкие медики предложили два эксперимента — «Кислород» и «Теплообмен»; эксперимент «Кислород» выполнили три международных экипажа (СССР—ЧССР, СССР—ПНР, СССР—ВНР), эксперимент «Теплообмен» проводился двумя международными экипажами (СССР—ЧССР, СССР—ПНР).

Для эксперимента «Кислород», который проводился с целью изучения кислородного режима в тканях человека, находящегося в условиях невесомости, чехословацкие специалисты создали прибор «Оксиметр». Эксперимент проводился следующим образом.

У человека и животных для сохранения и поддержания достаточного количества энергии непрерывно должны протекать процессы окисления, требующие постоянного притока кислорода. Длинный и сложный путь поступле-

ния кислорода в ткани организма определяется согласованной функцией легочного дыхания и кровообращения. И если динамика поступления кислорода в легкие и его перенос кровью изучены достаточно хорошо, то наука мало что знает о том, где и как происходит «стыковка» кислорода с тканями живого организма и как используется кислород тканевыми ферментами. Важнейшим показателем взаимодействия этих двух процессов является так называемый уровень напряжения в тканях организма.

В условиях невесомости наступает перераспределение крови из нижних участков тела в верхние, возникает переполнение кровью сосудов головы и верхней части тела. Это может сказаться на кислородном снабжении различных участков тела и изменении кислородного насыщения крови, а следовательно, и тканей организма. В эксперименте «Кислород» и выяснялось с помощью прибора «Оксиметр», как изменяется уровень напряжения кислорода в тканях во время космического полета и изменяется ли в процессе полета доставка кислорода в ткани организма. Кроме того, изучался характер потребления кислорода тканями в полете.

В ходе этого эксперимента была получена информация, позволяющая оценить интенсивность окислительных процессов в тканях космонавта в условиях невесомости, т. е. тех процессов, которые являются показателем интенсивности энергетического обмена в организме. Эти данные, в свою очередь, имеют существенное значение для оценки эффективности профилактических мероприятий, проводимых на борту пилотируемых космических аппаратов.

Эксперимент «Теплообмен» был посвящен изучению охлаждающих свойств среды, в которой обитают в полете экипажи космических кораблей и орбитальных станций. Проблема эта возникает в связи с тем, что в условиях невесомости процесс охлаждения тел претерпевает значительные изменения, вызванные «выпадением» из процесса теплообмена важнейшего компонента — теплоотдачи за счет естественной конвекции. Поэтому отсутствие естественной конвекции в условиях невесомости компенсируется созданием принудительных потоков воздуха с помощью вентиляторов. Однако такой метод не может считаться идеальным, поскольку теплоотдача при естественной конвекции является процессом саморегулируемым.

В условиях космического полета в обитаемых отсеках космических аппаратов, где состав и давление воздуха мо-

гут отличаться от земных параметров, а также в условиях интенсивной искусственной конвекции необходимо учитывать значительное количество различных характеристик среды, иными словами, в комплексе оценивать охлаждающие свойства воздушной среды. Чехословацкие специалисты для такой комплексной оценки предложили специальный прибор — электрический динамический кататермометр.

Первые исследования в этом направлении были начаты на биологическом спутнике «Космос-936», имевшем на своем борту автоматический кататермометр, также изготовленный в ЧССР. Результаты этого эксперимента подтвердили целесообразность расширенных исследований с участием космонавтов.

Основным элементом кататермометра является датчик, температура которого с помощью протекающего через него электрического тока доводится строго до 37°C . При этом чем выше охлаждающие свойства среды, тем большая мощность электрического тока требуется для сохранения заданной температуры прибора. Замеряя потребляемую датчиком мощность, можно получить комплексный показатель охлаждающих свойств среды, учитывающий все ее основные характеристики. Прибор позволяет также производить объективную оценку теплового состояния космонавта прямым измерением температуры его кожного покрова в шести точках тела.

В процессе эксперимента изучалась степень корреляции между показаниями обычного термометра и кататермометра, а также между объективным и субъективным тепловыми состояниями космонавта. При положительных результатах эксперимента, т. е. если бы подтвердилось предположение о лучшей степени корреляции тепловых ощущений и состояния космонавта с показаниями кататермометра, этот прибор можно было бы рекомендовать для использования в системе терморегулирования пилотируемых космических аппаратов вместо традиционных термометров.

Результаты эксперимента «Теплообмен» показали, что существует хорошее согласие между средними значениями температуры кожи, полученными различными приборами. В контрольных экспериментах на Земле и на 5-й день полета в невесомости эти значения были заключены в пределах $33-34^{\circ}\text{C}$, а это свидетельствует о нормальном тепловом режиме. Однако достижение таких показателей по оптимальному тепловому режиму в услови-

ях космического полета требует большего охлаждающего воздействия среды, чем на Земле.

Три интересных эксперимента были подготовлены совместно учеными ГДР и СССР и выполнены несколькими международными экипажами (СССР—ГДР, СССР—ВНР и СССР—МНР); это — «Аудио», «Время» и «Речь».

В эксперименте «Аудио» выяснялось влияние невесомости на порог слухового восприятия космонавта. Как оказалось, шумы на начальной стадии полета воспринимаются сильнее и интенсивнее, нежели на Земле. Для того чтобы ответить на вопрос, какую роль при этом играют объективные факторы, а какую — субъективные, космонавты измеряли порог слухового восприятия в предельные моменты времени с помощью ручного аудиометра «Эльба», разработанного народным предприятием «Прецитроник» в Дрездене. Прибор позволял точно измерять шум в диапазоне частот 500 Гц—6 кГц.

Одновременно проводились опыты с использованием прецизионного измерителя уровня импульсных шумов. Прибор, изготовленный народным предприятием измерительной техники «Отто Шен» (Дрезден), был самым миниатюрным в мире прибором подобного класса и обладал высокими эксплуатационными характеристиками. С его помощью исследовались рабочие шумы в различных местах станции, а также регистрировался уровень шумов во время записи аудиограмм для того, чтобы можно было провести более точную научную обработку данных.

В наземных условиях слух человека исследуется в специальных звуконепроницаемых кабинах. На орбитальной станции таких условий для исследований слуха пока получить нельзя. Поэтому в эксперименте «Аудио» применялись наушники, разработанные специально для использования в космосе и имеющие особо высокую звукоизоляцию. Полученные аудиограммы каждого из членов трех международных экипажей сопоставлялись с данными измерений, проведенных в наземных условиях. Предварительная обработка результатов эксперимента «Аудио» указывает на изменяемость акустических характеристик, однако для окончательных выводов эксперименты подобного рода следует продолжить.

В эксперименте «Время» исследовались поведенческие реакции человека, а также динамика субъективного чувства времени у членов международного экипажа в условиях космического полета.

Известно, что у человека в той или иной мере развита способность ориентироваться во времени без помощи каких-либо контрольных приборов. Эта способность помогает человеку в его практической деятельности, а в ряде профессий, в частности у летчиков и космонавтов, признается важным профессиональным качеством.

Многочисленные данные наземных экспериментов свидетельствуют о том, что индивидуальные временные параметры деятельности человека подвержены колебаниям в зависимости от его функционально-психического состояния и от условий, в которых эта деятельность протекает. Получение информации о динамике указанного параметра в период адаптации космонавтов к условиям невесомости представляется важной научной и практической задачей.

В проведении эксперимента «Время» одновременно участвовали два члена экипажа, которые поочередно выступали то в роли испытателя, то в роли испытуемого. В качестве измерительного прибора использовался специально приспособленный для космических условий кварцевый электронный секундомер «Рула», разработанный на народном предприятии «Часовой завод Рула» (ГДР). Прибор имеет индикатор на светодиодах, выносной пульт управления и автономное электропитание. В трех сериях эксперимента были получены данные, свидетельствующие о субъективном ощущении времени космонавтом и скорости и правильности его реакции.

В эксперименте «Речь» учитывался тот факт, что человеческий голос способен передавать не только деловую информацию, но обладает тембром, громкостью, темпом и другими характеристиками, по которым можно судить об эмоциональном состоянии человека, степени его возбужденности. При проведении эксперимента ученые имели возможность получить объективные данные о душевном состоянии космонавта, о выдерживаемых им нагрузках и его психологической устойчивости. При этом это делалось без применения на борту дополнительных технических средств: в Центре управления полетом на магнитной ленте фиксировались переданные космонавтами индексы и сообщения, которые затем анализировались с целью определения качественных и количественных характеристик частотно-амплитудных спектров.

Вот как, например, Э. Йен рассказывал о проведении эксперимента «Речь» (этот рассказ еще раз свидетельствует о сердечной товарищеской атмосфере, царившей на

орбитальной станции): «Я должен был произносить индекс «2-26», который в немецком языке содержит пять гласных. Это не так-то просто — по запросу Центра управления полетом оторваться от текущей работы, «подплыть» к микрофону и произнести этот индекс. Это имело неожиданный стимулирующий эффект: каждый раз запрос порождал у экипажа волну веселья. Мои товарищи попытались даже подменить меня и передавали мой индекс, стараясь произносить его по-немецки без акцента. Но специалистов на Земле нельзя перехитрить: они тотчас же «выуживали» помощника. Все данные были зарегистрированы ... и был получен богатый материал для дальнейших исследований».

Три интересных медицинских эксперимента были предложены венгерскими учеными. Это — «Интерферон», «Работоспособность» и «Доза»; они проводились не только советско-венгерским, но и другими (СССР — МНР, СССР — СРР) международными экипажами.

Интерферон — это белок, который образуется в организме человека при заражении вирусом и выполняет естественную защитную функцию: он препятствует размножению вируса и повышает сопротивляемость организма к инфекции. Обнаруженный около 20 лет назад интерферон известен как один из самых активных биологических препаратов. Так, даже в количестве 0,000000001 мг (одной миллиардной миллиграмма) он сохраняет противовирусное действие. Интерферон возникает в организме не только при вирусном заражении, но и под воздействием многочисленных внешних и внутренних раздражителей.

Микробиологическая исследовательская группа Академии наук ВНР уже давно занимается изучением интерферона. Медики научились не только определять, как образуется этот белок в организме человека, но и получать его в искусственных условиях для того, чтобы при необходимости использовать его в профилактических или лечебных целях; так, введение препарата интерферона помогает человеку быстрее справиться с вирусным заболеванием.

В полете советско-венгерского экипажа эксперимент «Интерферон» распался на три части. В первой части («Интерферон-1») изучалось влияние факторов космического полета на образование этого белка в клеточной структуре человека. Для этого в пробирках прибора, разделенных однонаправленными клапанами, были помеще-

пы культуры клеток человека и различные вещества, стимулирующие образование интерферона. Сразу после перехода на станцию Б. Фаркаш соединил оба компонента в каждой из пробирок и затем поместил их в термостат, где температура поддерживалась на уровне температуры человеческого тела — около 37° С. Ученых в данном случае интересовало, будет ли в космосе образование интерферона более интенсивным, чем на Земле. В случае положительного ответа можно надеяться на то, что со временем на борту орбитальных станций будет организовано производство этого полезного и очень ценного вещества.

В эксперименте «Интерферон-2» выяснялось, влияют ли условия космического полета на препарат интерферона, приготовленный в виде лекарственных форм. Для этого космонавты взяли с собой на станцию лекарственные препараты интерферона в виде порошков, мазей, эмульсий. В эксперименте «Интерферон-3» у космонавтов до и после полета были взяты пробы крови. В пробах инициировалось образование интерферона. Поскольку образование интерферона в крови характеризует иммунологические механизмы организма, таким путем можно анализировать влияние больших нагрузок, воздействующих на организм человека в условиях космического полета.

Приборы для экспериментов «Интерферон» были изготовлены на заводе венгерской фирмы «Медикор». В итоге этих экспериментов ученые получили позитивные результаты, что открывает новые перспективы в предупреждении и лечении вирусных заболеваний, в частности тех, которые могут возникнуть у космонавтов в длительных космических полетах.

В эксперименте «Работоспособность» исследовалась умственная работоспособность космонавтов, при этом оценивались основные характеристики человека-оператора: скорость и точность реакции, помехоустойчивость, объем перерабатываемой информации и другие. Эти показатели отражают состояние психических и двигательных функций космонавта на конкретном этапе полета, при этом они могут претерпевать изменения в зависимости от функционального состояния человека и состояния его вегетативной нервной системы, психических особенностей личности и особых условий космического полета.

Эксперимент «Работоспособность» выполнялся с помощью специального прибора «Балатон», созданного венгерской фирмой «Медикор»; его размеры и потребляемая

электроэнергия соответствуют космическим условиям, а масса составляет всего 420 г. Прибор питается от бортовой электросети.

«Балатон» работает по автономной программе, задавая космонавту четыре задачи, требующие принятия решений. Прибор оценивает время, прошедшее до принятия решения, частоту пульса (по кожно-гальваническому сопротивлению), точность и скорость решения, резервы организма и скорость обработки информации, изменение умственной деятельности и уровень усталости. Показатели времени и результативность выводятся на табло прибора. При помощи сигналов помех можно оценить приспособляемость нервной системы на данный момент.

Прибор предоставляет возможности и для оптимального восстановления нервной системы. В этом случае звуковой сигнал различной высоты, слышимый в наушниках космонавта, информирует его о частоте пульса и величине сопротивления кожи, и космонавт может привести себя в так называемое расслабленное (релаксированное) состояние.

В эксперименте «Доза» изучалась радиационная обстановка в отсеках станции «Салют-6» и измерялись индивидуальные дозы излучений, воспринятых космонавтами. Такого рода исследования имеют большое значение для оценки радиационных воздействий на организм космонавта в длительных полетах.

Проблема радиационной безопасности человека в космическом полете всегда актуальна и важна. Атмосфера и магнитное поле, окружающие нашу планету, надежно защищают нас, людей, живущих на Земле, от космических излучений. При удалении от поверхности Земли защитное действие атмосферы ослабляется, соответственно возрастает интенсивность космического излучения. На космическом корабле или орбитальной станции космонавты получают в обычных условиях приблизительно такую дозу облучения, которая допускается, например, в изотопных лабораториях, — такая доза практически безвредна для здоровья человека.

При усилении солнечной активности или изменении магнитного поля интенсивность ионизирующего излучения может значительно увеличиться. Полученные дозы уже могут угрожать здоровью и жизни космонавтов. Поэтому обеспечение радиационной безопасности космонавтов требует регулярного количественного измерения таких доз.

Эксперимент «Доза» проводился с помощью разработанной в Центральном институте физических исследований в Будапеште дозиметрической аппаратуры «Пилле», включающей набор термолюминесцентных датчиков и бортовой измерительный пульт. Аппаратура имеет широкий диапазон измерений и высокую точность.

Количество энергии, получаемое в результате облучения, определяется по изменению внутреннего состояния веществ в дозиметре, ее следы в них можно обнаружить даже через несколько лет. При нагревании вещества, излучая, возвращают свои первоначальные свойства, причем количество испускаемого излучения пропорционально воспринятой дозе радиации.

Нам остается в этом разделе рассказать о нескольких медицинских экспериментах, проведенных четырьмя международными экипажами, завершающими этот этап программы. Ряд экспериментов был проведен с целью изучения различных аспектов приспособления человека к специфическим условиям космического полета на начальном этапе, в так называемый острый период адаптации. Это — «Кровообращение», «Пневматик», «Баллисто», «Рео», «Воротник» и другие.

В эксперименте «Кровообращение» (СССР—СРВ, СССР—Куба, СССР—МНР) изучалась реакция системы кровообращения человека в условиях невесомости. Адаптация человека к экстремальным условиям космического полета связана со значительным напряжением организма и сопровождается некоторым снижением функциональных возможностей, прежде всего сердечно-сосудистой системы. Одним из основных процессов, которым характеризуется изменение функционального состояния организма в первые часы и дни пребывания в невесомости, является перераспределение крови в организме и связанная с этим симптоматика.

Установлено, что самочувствие космонавтов и их работоспособность в этот период в значительной мере зависят от степени выраженности гемодинамических сдвигов, проявляющихся главным образом в перераспределении крови в сосуды верхней половины тела и головы. По мнению ученых, такое перераспределение крови может быть одной из причин развития у космонавтов вестибулярных нарушений и иллюзий положения тела в пространстве.

Глубокое изучение механизмов реакции организма человека в условиях невесомости, а также поиски оптимальных бортовых профилактических средств и методов

их использования являются наиболее актуальными задачами в теории и практике современной космонавтики. С этой целью наряду с медицинским обследованием членов экипажа в состоянии покоя используются различные функциональные (нагрузочные) пробы, позволяющие изучать течение процесса адаптации организма к невесомости и прогнозировать его состояние после возвращения в условия нормальной земной гравитации.

К настоящему времени накоплены данные, свидетельствующие, что даже кратковременные космические полеты (2—8 суток) вызывают изменения в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы космонавта, проявляющиеся в снижении его устойчивости к физическим нагрузкам. Имеются также данные о том, что выполнение физической работы на велоэргометре или «бегущей дорожке» в остром периоде адаптации к невесомости способствует уменьшению ряда субъективных ощущений, связанных с перераспределением жидких сред организма.

Эксперимент «Кровообращение» проводился для более полного понимания механизмов реакции организма на физическую нагрузку в условиях невесомости, уточнения возможности использовать работу на велоэргометре как высокоинформативную функциональную пробу и профилактическое средство в остром периоде адаптации к невесомости. Кроме изучения реакций сердечно-сосудистой системы, эксперимент позволил также судить и оценивать кардиореспираторную систему космонавта при выполнении определенной физической нагрузки; что в конечном счете дает возможность сделать вывод об изменении физической работоспособности.

Пробы проводились до полета, два раза во время полета и в первые сутки после окончания полета. При проведении пробы регистрировался ряд параметров, характеризующих состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем (ЭКГ, кинетокардиограмма, флебограмма, реограмма, пневмограмма, жизненная емкость легких, минутный объем дыхания и другие) в зависимости от скорости вращения педалей велоэргометра.

К эксперименту «Кровообращение» примыкают эксперименты «Пневматик», «Баллисто» и «Рео», проведенные в ходе полета советско-румынского экипажа. В эксперименте «Пневматик» были получены данные об эффективности изделия «Пневматик-1» и уточнены режимы его работы.

Как показали исследования, депонирование крови в нижних конечностях с помощью комплекта пережимных манжет «Пневматик-1» уменьшает кровенаполнение головы и сократительный объем сердца, улучшает венозный отток из полости черепа и снимает неблагоприятную субъективную симптоматику в острый период адаптации. В процессе эксперимента регистрировались: кинетокардиограмма (регистрация вибраций грудной стенки для выявления изменений сердечной деятельности), флебограмма (исследование вен), тетраполярная реограмма (исследование кровенаполнения сосудов) головы и туловища, жизненная емкость легких.

Эти данные необходимы для улучшения в дальнейшем метода депонирования крови в нижних конечностях с помощью пережимных манжет.

Другой эффект перераспределения крови в верхнюю половину тела в условиях невесомости ведет к усилению работы правых отделов сердца вследствие усиленного притока крови в легочные сосуды. Возникающий дисбаланс между деятельностью левых и правых отделов сердца постепенно уменьшается или полностью сглаживается по мере адаптации организма к условиям невесомости.

Этот эффект был предметом исследования в эксперименте «Баллисто», в ходе которого выяснялась степень возникающего в острый период адаптации к невесомости геодинамического дисбаланса и быстрота его уменьшения. Это важно не только для изучения механизмов адаптации системы кровообращения, но и для прогнозирования функционального состояния организма.

Используемый в эксперименте метод баллистокардиографии позволяет непосредственно судить о сократительной функции сердца, проводить интегральную оценку гемодинамики, а также выявлять те или иные функциональные нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы: ослабление силы сердечных сокращений, нарушение их координации, уменьшение или увеличение венозного притока и другие.

В эксперименте «Рео» проводилось реографическое исследование состояния мозгового, центрального и периферического кровообращения как в условиях покоя, так и во время функциональных нагрузок.

Интересный эксперимент по изучению и предупреждению болезни движения в первые дни космического полета был осуществлен двумя международными экипажами (СССР—МНР, СССР—СРР). Практика пилотируемых

полетов свидетельствует о том, что в невесомости в острый период адаптации у многих космонавтов развиваются признаки болезни движения (головокружение, тошнота, иногда рвота), что неблагоприятно отражается, в частности, на их работоспособности.

На сегодня существуют две основные гипотезы, объясняющие возникновение болезни движения в космическом полете. Одна связывает развитие болезни с сенсорным конфликтом (поступление в центральную нервную систему необычных сигналов от анализаторов), другая — с перемещением жидких сред организма в направлении верхней половины тела и головы (это вызывает повышение внутричерепного давления, что также может изменить состояние рецепторов вестибулярного аппарата).

Однако есть и другие факторы, которые могут способствовать развитию болезни движения. В частности, еще недостаточно оценено влияние снижения тонуса антигравитационной мускулатуры отдельных мышечных групп у космонавтов, особенно шейной мускулатуры. Одним из способов борьбы с нарушениями взаимодействия анализаторов и профилактики болезни движения может стать создание нагрузки — давления на шейный отдел позвоночника, усилия — напряжения шейной антигравитационной мускулатуры и ограничение движений головой в острый период адаптации. Этот способ и проверялся в эксперименте «Воротник».

В эксперименте использовался профилактический шейный амортизатор, который космонавты носили (кроме часов сна) в первые три дня в зависимости от самочувствия. В итоге эксперимента были получены обнадеживающие результаты.

В ходе полетов были проведены также медицинские эксперименты: «Кардиолидер», «Чибис» (СССР—ПНР), «Дыхание», «Оператор» (СССР—НРБ, СССР—СРВ), «Кортекс», «Суппорт», «Антропометрия», «Координация», «Восприятие» (СССР—Куба), «Биоритм», «Чацаргана», «Нептун» (СССР—МНР), «Информация», «Иммунитет» (СССР—СРР). Читателей, которые хотели бы получить более подробные и основательные сведения об этой стороне исследовательской деятельности международных экипажей, мы отсылаем к дополнительной литературе, список которой приведен в конце книги.

Биологические эксперименты

Значение биологических экспериментов для развития наших представлений о жизненных процессах в условиях космического полета трудно переоценить. Всего было проведено семь экспериментов: «Хлорелла» (СССР—ЧССР), «Метаболизм бактерий», «Культура ткани», «Рост бактерий» (СССР—ГДР), «Азола» (СССР—СРВ), «Атуэй», «Мультипликатор» (СССР—Куба). Здесь мы подробно остановимся на трех экспериментах.

В эксперименте «Хлорелла» изучалось влияние невесомости на рост одноклеточной водоросли. Хлорелла получила широкую известность как «космическая водоросль». Эти одноклеточные организмы способны поглощать углекислый газ и давать взамен кислород, которым может пользоваться экипаж в длительных космических полетах. Кроме того, хлорелла может использоваться как продукт питания, поскольку она примерно на 60% состоит из белка. Наконец, эта одноклеточная водоросль является удобным объектом для исследования особенностей биологии растений при воздействии невесомости.

В данном случае культура водорослей применялась исключительно как модель быстрорастущего организма. В оптимальных условиях роста количество клеток удваивается через каждые 4 ч. Таким образом, в течение одной недели космического полета образуется несколько поколений водорослей. Основное значение эксперимента заключается в том, что специалисты смогли получить данные об организмах, несколько поколений которых последовательно развивалось в условиях невесомости. При этом следует подчеркнуть, что пока самые длительные космические полеты человека представляют собой лишь незначительную часть средней продолжительности жизни одного поколения людей.

Космонавты доставили на борт «Салюта-6» четыре контейнера с популяциями водорослей (в запаянных ампулах) и органической питательной средой. В первых трех контейнерах помещалось по две ампулы с одним и тем же видом водорослей. Причем водоросли были доставлены на орбиту в нерастущем, покоящемся состоянии, и только на станции космонавты осуществили подачу к ним подготовленной питательной среды.

Эксперимент «Хлорелла» начался с того, что в каждом из трех контейнеров было раздавлено по одной ампуле, тем самым культура водорослей была введена в пи-

тательную среду, в которой она в дальнейшем размножалась в отсутствие света. Другие ампулы в контейнерах остались для контроля в нераздавленном состоянии: находившиеся в них в неактивном состоянии водоросли были возвращены на Землю. Контрольные варианты водорослей были одновременно высеяны в наземной лаборатории, по возможности в идентичных условиях, за исключением, естественно, невесомости.

Сразу после завершения полета в каждом из контейнеров часть суспензии водорослей была законсервирована специальным фиксатором для дальнейшего подробного анализа состояния культуры (в конце сравнительного эксперимента), а часть транспортировалась в наземные лаборатории в живом состоянии для изучения разного рода воздействий факторов космического полета на культуры водорослей. Это позволило в отличие от ранее проводившихся в космосе экспериментов с хлореллой непосредственно сравнить результаты воздействия невесомости как на активно растущие, так и на покоящиеся клетки водорослей. В значительной степени такое сравнение стало возможным благодаря тому, что космонавты принимали активное участие в проведении эксперимента во время полета.

В четвертом контейнере находились три ампулы с разными видами водорослей, которые использовались и в трех первых контейнерах. На «Салюте-6» все три ампулы были раздавлены одновременно, и в питательной среде оказалась культура, состоящая из трех различных видов водорослей. При этом предполагалось изучить проявление конкуренции различных форм в процессе их роста и возможное в конечном итоге преобладание одних форм над другими.

Эксперимент «Хлорелла» дал очень интересные результаты. В частности, он показал, что состояние невесомости никак не влияет на скорость роста популяции водорослей. Принципиальных различий между свойствами популяций, выращенных из этих клеток и из тех, которые сохранялись во время полета в состоянии покоя на Земле, также не было обнаружено.

В биологическом эксперименте «Метаболизм бактерий» ученые сделали попытку проверить следующую научную гипотезу. Существует предположение, что с возрастанием уровня организации живых организмов увеличивается доля энергии, необходимой для сохранения их структуры при воздействии силы тяжести. Поскольку все организмы

вынуждены тратить часть энергии, полученной в результате обмена веществ, на сохранение своей структуры, можно считать бактерии, обладающие простой клеточной структурой, живыми существами, находящимися как бы в нулевой точке соответствующей шкалы. Задача эксперимента «Метаболизм бактерий» и состояла в том, чтобы выяснить, соответствуют ли бактерии такой нулевой точке.

Бактерии в этом эксперименте культивировались в приборе «Йена», разработанном в ГДР и состоящем из пяти камер, которые содержали питательный раствор разной концентрации, споровую суспензию бактерий и средства их консервации. В определенный момент времени космонавты произвели перемешивание споровых суспензий с питательными растворами, и начался рост культур бактерий.

Различная концентрация культуры клеток зависит не только от того, сколько питательных веществ имеется в камере, но и от количества энергии, получаемой в результате обмена веществ и идущей на рост, размножение и сохранение структур. Соотношение образовавшейся биомассы и использованных питательных веществ определяет так называемый коэффициент выхода. Сравнение коэффициентов выхода, полученных в земных условиях и в космосе, показывает, влияет ли гравитация на обмен веществ, необходимый для поддержания структуры клеток. Эксперимент дал обнадеживающие результаты.

В биологическом эксперименте «Азола» (СССР—СРВ) были получены данные о влиянии невесомости на процессы роста и развития, а также морфологическую структуру высшего растения Азолы пиннаты.

Азола пинната — водный папоротник; является уникальным растением, представляющим особый интерес для космической биологии, из-за чего и был предложен вьетнамскими учеными в качестве объекта исследований. Азола относится к самым мелким из высших растений: взрослое растение, имеющее вид вытянутого диска, составляет в длину 3 мм. Благодаря этому в приборе ИФС-2, который ранее использовался для выращивания водорослей в невесомости, можно разместить 10—20 штук растений, что обеспечивает получение достоверных данных. Азола также исключительно быстро размножается, что дает возможность за реальный срок полета провести полную смену поколений.

Азола имеет еще одну интересную особенность — в ее воздушных пазухах живет и размножается сине-зеленая микроскопическая водоросль *Anabena*, способная усваивать атмосферный азот и превращать его в азотсодержащие соединения, пригодные для питания растений. Благодаря этому размножающаяся на рисовых полях *Asola* способствует повышению плодородия почвы без расхода азотных удобрений. Кроме того, эта ее особенность позволяет одновременно изучать не только поведение высшего растения в невесомости, но и простейшую экологическую систему.

Эксперименты по изучению поверхности Земли и ее атмосферы

Примерно треть (около 50) из общего числа экспериментов, проведенных международными экипажами по программе «Интеркосмос», имеет отношение к исследованиям земной атмосферы и поверхности Земли в целях изучения ее природных ресурсов. И это не случайно.

За последнее десятилетие это направление космических исследований стало одним из важнейших. Уже сейчас оно приносит весомый экономический эффект, а в будущем с его развитием связывают надежды на создание глобальной космической службы природоведения и природоохраны. Необычайно широка сфера народнохозяйственного применения дистанционного зондирования Земли из космоса: обнаружение районов, перспективных на поиск полезных ископаемых; исследования в интересах сельского и лесного хозяйства, гидрологии, землепользования, океанографии, мелиорации, метеорологии; изучение акваторий Мирового океана. Исследования в этом направлении позволяют также улучшить контроль за загрязнением окружающей среды, что приобретает в наши дни актуальнейшее значение. С каждым годом все большее число сугубо «земных» природоведческих дисциплин обращаются за помощью к космической информации, привлекают для своего развития космические средства.

Для проведения экспериментов по изучению атмосферы и поверхности Земли на орбитальной станции «Салют-6» находилась разнообразная научная аппаратура. Это, во-первых, многозональная фотоаппаратура МКФ-6М, разработанная специалистами СССР и ГДР и изготовленная в ГДР. О МКФ-6М, ее конструктивных и эксплуатационных достоинствах много писалось в советской

печати³. Отметим только такой факт: за 10 суток работы на орбитальной станции камера МКФ-6М может сфотографировать в шести зонах спектра такую же площадь, которую методом аэрофотосъемки можно было бы отснять лишь за 10 лет.

Во-вторых, это болгарская аппаратура — ручной спектрофотометр «Спектр-15» и электрофотометр «Дуга», созданные специально для международных экипажей и отлично зарекомендовавшие себя при использовании их космонавтами на орбитальной станции «Салют-6», а также визуальный поляризационный анализатор ВПА-1, созданный специалистами СССР. В-третьих, это фотоаппараты «Практика-ЕЕ2», «Пентакюн-6М», КАТЭ-140, «Киев»; они использовались, в частности, с поляризационными фильтрами.

Совокупность экспериментов по изучению Земли и ее атмосферы достаточно условно можно разбить на четыре группы. К первой группе относятся эксперименты по исследованию ряда физических процессов, которые протекают в верхних слоях земной атмосферы, связанных как с локальными аэрономическими процессами, так и с воздействием магнитосферы на ионосферу. К этой группе в основном относится серия экспериментов, проведенных с помощью прибора «Дуга» («Экватор», «Полюс», «Эмиссия», «Свечение»). К этой группе тесно примыкают некоторые эксперименты по изучению физических свойств космического пространства, о которых речь пойдет в следующем разделе.

Ко второй группе следует отнести эксперименты по изучению атмосферы — ее структуры, состава, происходящих в ней физических процессов и т. п. Результаты этих экспериментов равно интересны для геофизики, метеорологии, климатологии, решения задач атмосферной оптики и других.

К третьей группе мы относим эксперименты, специально предназначенные для исследования атмосферы как среды, разделяющей при дистанционном зондировании Земли измерительный прибор и объект измерений. К этой же группе целесообразно отнести эксперименты по определению загрязнения атмосферы аэрозолями, продуктами промышленных отходов и т. п., поскольку это прямо влияет на передаточную функцию атмосферы.

³ См., например, совместное издание АН СССР и АН ГДР: «Союз-22» исследует Землю, М.: Наука, 1980.

Наконец, к четвертой группе относятся эксперименты, непосредственное назначение которых — дистанционное зондирование поверхности Земли в целях изучения ее природных ресурсов.

Первая группа экспериментов была посвящена исследованиям оптических явлений в верхней атмосфере (полярные сияния, среднеширотные красные дуги, экваториальное свечение и другие). В последнее время эти явления вызывают повышенный интерес, так как они имеют непосредственную связь с важными физическими процессами в магнитосферно-ионосферной плазме. Кроме наземных наблюдений, за последние два десятилетия был осуществлен ряд спутниковых и ракетных измерений этих явлений, в результате была получена информация о пространственной структуре свечений, их спектральном составе.

Наблюдения проводились с помощью прибора «Дуга», при этом с борта орбитальной станции наблюдались свечения верхней атмосферы в области экватора и экваториальных дуг в слое ионосферы (эксперимент «Экватор»), вертикальная структура основных эмиссионных линий в полярных сияниях («Полюс»), исследовалось широтное распределение основных атмосферных эмиссий («Эмиссия»), наблюдалось свечение стабильных авроральных дуг («Свечение»).

Следует подчеркнуть, что эксперименты по изучению атмосферы и поверхности Земли проводились почти всеми международными экипажами. Так, переходя ко второй группе экспериментов, отметим, что четыре международных экипажа выполнили эксперименты «Заря», «Терминатор», «Поляризация» (СССР—ВНР, СССР—СРВ, СССР—Куба, СССР—МНР), последний эксперимент был проведен также международным экипажем СССР—ГДР.

В серии экспериментов «Поляризация» проводились визуально-инструментальные исследования поляризации солнечного света, рассеянного атмосферой и отраженного Землей. Поляризация наряду с другими оптическими явлениями — «тонкий инструмент» исследования природы, состава и структуры твердых, жидких, газообразных сред, их смесей, характера их поверхностей и динамики взаимодействия. Именно поэтому в течение более 70 лет с поверхности Земли ведутся систематические поляризационные исследования атмосферы, эти исследования имеют большое значение для атмосферной оптики, метеороло-

гии, а в последние годы для дистанционного зондирования Земли из космоса.

Поляризационные исследования атмосферы и подстилающей поверхности (ландшафты) с космических кораблей и орбитальных станций начались сравнительно недавно⁴. В отличие от наземных наблюдений, которые ведутся из неподвижной точки в условиях неизменной ландшафтной ситуации и, как правило, при отсутствии облачности в пределах горизонта, исследования из космоса проводятся из перемещающейся на орбите точки наблюдения на фоне быстро меняющихся атмосферно-ландшафтных ситуаций и при облачности в пределах видимого горизонта. Все это усложняет измерения, к тому же разграничение множества взаимосвязанных явлений требует разработки специальных методик исследований и накопления большого статистического материала. Но наблюдения из космоса обладают важными преимуществами: они охватывают значительно большие поля обзора и обеспечивают получение уникальной информации о влиянии практически всех возможных атмосферно-ландшафтных ситуаций на исследуемые параметры. Иными словами, такие исследования крайне необходимы для надлежащей коррекции информации о природных ресурсах Земли, получаемой из космоса.

В эксперименте «Поляризация» ученые ставили перед космонавтами задачу накопления сведений, необходимых для автоматизации определения атмосферных ситуаций в целях повышения эффективности изучения природных ресурсов Земли из космоса. Кроме того, проводились прямые визуальные измерения степени поляризации зодиакального света и других, доступных глазу световых явлений в верхней атмосфере.

Важную информацию о структуре атмосферы могут дать исследования солнечного света, рассеянного земной атмосферой во время захода (или восхода) Солнца. Наблюдения восхода и захода Солнца с борта космических кораблей и орбитальных станций «Салют» показали их большую перспективность для решения задач атмосферной оптики и дистанционного зондирования, изучения Земли и земной атмосферы из космоса. Поэтому члены нескольких международных экипажей с помощью фотоаппарата, снабженного поляризационными фильтра-

⁴ В Советском Союзе такие исследования были начаты на космических кораблях «Союз-6», «Союз-7», «Союз-8» и продолжены экипажами орбитальных станций «Салют».

ми, и ручного спектрометра «Спектр-15» выполнили наблюдения восхода и захода Солнца и дневного горизонта (эксперимент «Заря»), а также последовательное фотографирование в двух симметричных точках солнечного меридиана, причем одна из точек лежит в области восхода (или захода) Солнца, а другая — в области земной тени (эксперимент «Терминатор»).

Важное значение имели эксперименты «Контраст», «Атмосфера», «Улан-Батор», «Солонго», «Иллюминатор» (СССР—НРБ, СССР—ВНР, СССР—СРВ, СССР—Куба, СССР—МНР). Известно, что при дистанционном зондировании Земли с целью изучения ее природных ресурсов объект исследования (земная поверхность) и измерительный инструмент, а точнее, чувствительный элемент, воспринимающий информацию (например, пленка фотоаппарата, находящегося на орбитальной станции), разделены несколькими средами: это, во-первых, атмосфера, во-вторых, оптика измерительного прибора, иллюминатор, через который производятся измерения, и т. п. Эти среды вносят искажения в результаты измерений, поэтому их необходимо корректировать.

Так, при изучении природных ресурсов Земли из космоса используются характеристики отраженной от земной поверхности солнечной радиации и собственное излучение природных образований. Так как солнечная радиация и собственное излучение земных объектов трансформируются при прохождении через атмосферу, то при корректировке измерительной информации о природных ресурсах необходимо учесть атмосферные эффекты. Трансформация излучения в атмосфере связана с поглощением и рассеянием электромагнитных волн атмосферными газовыми составляющими и аэрозольными частицами. Эти процессы изменяют спектральное, угловое и пространственное распределение радиации. Кроме того, за счет рассеяния и собственного излучения самой атмосферы на излучение исследуемого объекта накладывается фон, который искажает структуру исходного сигнала, а также несет информацию о самой атмосфере. Для учета атмосферных эффектов был предложен некий обобщающий параметр — передаточная функция атмосферы. С целью определения этой передаточной функции, а также с целью исследования оптических характеристик атмосферы на основе измерений угловой структуры излучения и спектральной яркости Земли и проводился эксперимент «Атмосфера».

Изменение передаточной функции атмосферы в зависимости от ее загрязнения над районами крупных городов и промышленных центров, которые находятся вблизи водных бассейнов, исследовалось в эксперименте «Контраст», а также в примыкающих к нему экспериментах «Улан-Батор» и «Солонго». К сожалению, развитие транспорта и интенсивный рост промышленности приводят к неуклонному повышению уровня загрязненности атмосферы, особенно вблизи крупных индустриальных центров. У них характерно наличие так называемых куполов загрязненности, высота которых иногда достигает километра. У водных бассейнов вблизи очага загрязненности наблюдается оптическая потеря резкости границы «вода—суша», что обуславливается главным образом загрязненностью атмосферы.

Результаты этого эксперимента, кроме определения изменения передаточной функции атмосферы, позволяют классифицировать загрязненность по виду и составу, исследовать динамику загрязненности воздушных бассейнов и прибрежных вод промышленными отходами, классифицировать промышленные центры по виду и составу загрязнителей и т. п.

В итоге длительного функционирования научной станции «Салют-6» происходит загрязнение (помутнение) оптических поверхностей иллюминаторов. Следовательно, информация, полученная на станции через иллюминатор, определенным образом искажается. Устранить это явление сложно, но можно его учесть, если количественно оценить изменения по времени спектрального пропускания иллюминатора. Именно для этого проводился эксперимент «Иллюминатор»; при этом измерялось спектральное пропускание иллюминатора в видимой и близкой инфракрасной частях спектра. В качестве источника света использовалось Солнце, излучение которого по спектральному составу известно и постоянно.

Непосредственно дистанционному зондированию Земли в целях изучения ее природных ресурсов были посвящены эксперименты «Земля» (СССР—ПНР), «Радуга-М» (СССР—ГДР), «Антис» и «Тропико-3» (СССР—Куба), «Эрдэм» (СССР—МНР) и «Биосфера», которые проводили все международные экипажи, за исключением двух (СССР—ЧССР, СССР—СРР).

При выполнении этих экспериментов ключевую роль играли съемки с помощью многозональной фотоаппаратуры МКФ-6М. Эксперименты являлись составными час-

тиями долговременной и обширной программы, осуществляемой социалистическими странами и предназначенной для решения ряда задач научного и народнохозяйственного значения.

Съемка больших поверхностей целых регионов путем многозонального фотографирования стала принципиальным шагом в изучении Земли из космоса. Этот метод позволяет исследовать динамические процессы на поверхности Земли, в Мировом океане и атмосфере, достаточно часто или даже регулярно наблюдать всю поверхность Земли, включая труднодоступные районы.

В результате съемок фотоаппаратурой МКФ-6М была получена огромная по объему и интереснейшая по значению информация. Она получила высокую оценку ученых и специалистов (достаточно указать на совместный труд ученых СССР и ГДР по итогам этой работы⁵).

Следует отметить, что эксперименты по дистанционному зондированию Земли в целях непосредственного изучения ее природных ресурсов велись одновременно с работой наземных экспедиций и исследовательскими полетами самолетов-лабораторий, оборудованных соответствующей аппаратурой. Измерения на «трех этажах» значительно повышали эффективность и качество исследовательской работы космонавтов.

Каждый международный экипаж при проведении экспериментов по дистанционному зондированию Земли имел свои конкретные задачи. Естественно, что эти задачи во многом были похожими, а отличия определялись главным образом специфическими условиями природной среды страны, ученые которой ставили эти задачи. В самом деле, природные условия, например, Кубы и Монголии контрастно различны, поэтому задачи, которые ставились в экспериментах «Биосфера-К», «Антис» и «Трошико-3» (СССР—Куба) и экспериментах «Биосфера-Мон» и «Эрдэм» (СССР—МНР) существенно различны, хотя и для одной и для другой страны природоресурсная информация чрезвычайно важна.

Так, Монгольская Народная Республика, территория которой составляет 1,56 млн. км² по площади равна Великобритании, Франции, Испании и Италии, вместе взятым. Горы и возвышенности, пустыня Гоби, по всей видимости, скрывают богатейшие залежи полезных ископаемых.

⁵ «Дешифрирование многозональных аэрокосмических снимков: Методика и результаты. М.: Наука; В.: Akad.-Verl., 1982.

Наблюдения и съемки в экспериментах «Биосфера-Мон» и «Эрдэм» дали возможность получить информацию, которая позволит изучать кольцевые структуры, рифтовые зоны и другие природные образования на территории страны, исследовать несколько особо сейсмичных зон в целях прогноза сейсмичности территории МНР, исследовать естественные пастбища, ледниковые, горные системы страны, определить границы сухостепной и полупустынной зон и другие геолого-географические характеристики. Такого рода информация имеет огромное значение для народного хозяйства МНР.

Несколько подробнее следует сказать об экспериментах «Биосфера». Цель этих экспериментов состояла в том, чтобы путем визуально-инструментальных наблюдений получить новую информацию о гео- и биосфере и о физических свойствах природных образований на поверхности Земли. При этом перед космонавтами ставилась задача выявить долговременные природные процессы и проследить за их динамикой.

В этих экспериментах космонавты наблюдали необычные атмосферные явления, облачные структуры, ландшафты, интересные метеорологические явления. В области геологии особый интерес представляли наблюдения зон разлома, зон перехода от суши к морю, а также явлений эрозии и засоления почвы, обнаружение определенных тектонических признаков. Для нужд океанологии космонавты вели наблюдения прибрежных зон, окраски отдельных водных пространств, восходящих потоков и т. п. В интересах охраны окружающей среды они собирали данные об облаках вредных веществ, о пылевых и дымовых образованиях, исходящих из промышленных центров, загрязнениях атмосферы и морских зон. Таким образом, сфера визуально-инструментальных наблюдений с орбиты достаточно широка. В чем их значение?

Несмотря на то что в последнее время ведутся интенсивные разработки автоматизированных фотосъемочных средств исследования Земли из космоса, визуальные наблюдения остаются важной частью научной работы на борту пилотируемых космических аппаратов. Высокая ценность визуальных наблюдений объясняется совершенством человеческого глаза и способностью человека практически мгновенно перерабатывать воспринимаемые изображения, способностью отделять существенное от несущественного, подмечать новые черты в известном процессе, улавливать загадочные и неизвестные явления.

Избирательная способность и логический анализ наблюдаемых данных вооружают человека таким комплексным восприятием окружающих явлений, которое в настоящее время никакой аппаратурой не может быть достигнуто. Поэтому программа работ международных экипажей на орбитальной станции «Салют-6» предусматривала, помимо фотографирования, и визуальные наблюдения Земли, атмосферы и околоземного пространства. В связи с этим представляет интерес оценка, данная летчиком-космонавтом ГДР Э. Йеном визуальным наблюдениям Земли из космоса: «... несмотря на мою подготовку и рассказы советских космонавтов о том, как выглядит Земля из космоса, я изумился отчетливости, с которой была видна поверхность Земли со столь значительной высоты. Во всяком случае в некоторых отношениях, как мне показалось, даже лучше, чем с высот 10 и 20 км, которые я знаю по полетам на самолете. И все же это удивительное явление.

Безусловно, большую роль играют такие факторы, как зрительная способность космонавта, его способность воспринимать и перерабатывать информацию, разрешающая способность сетчатки глаз, быстрота распознавания и реакций, чувствительность его глаза к свету и цветоощущение. За восемь дней полета у меня не было заметных изменений остроты зрения, световой или контрастной чувствительности глаз».

Результаты экспериментов «Биосфера» подтвердили, что визуальные наблюдения представляют собой важное и необходимое дополнение к фотосъемкам и другим техническим способам исследований.

Эксперименты в области астрофизики и изучения физических свойств космического пространства

К этому разделу мы относим всего пять экспериментов.

Два эксперимента — «Сияние» (СССР—ПНР) и «Полярное сияние» (СССР—ГДР) — тесно примыкают к исследованиям, о которых речь шла в предыдущем разделе. Космонавты наблюдали такое интересное и во многом еще загадочное явление в верхней атмосфере, как полярные сияния. Помимо фотосъемок этого явления, они также зарисовывали его, чтобы зафиксировать индивидуаль-

ное восприятие цветовых оттенков и структурных особенностей у полярных сияний.

В эксперименте «Экстинкция» (СССР—ЧССР) космонавты наблюдали за изменением яркости звезд при их заходе за ночной горизонт Земли. Такие наблюдения проводились ранее и советскими, и американскими космонавтами, которые обратили внимание на тот факт, что яркость звезд уже на расстоянии приблизительно 100 км от горизонта Земли постепенно слабеет. При этом звезды меняют свой цвет или мерцают, после чего они на мгновение вновь вспыхивают, чтобы, наконец, исчезнуть в плотных слоях атмосферы.

Это явление до сих пор подробно не изучено, ему не найдено удовлетворительного объяснения, а различные гипотезы требуют экспериментального подтверждения. В частности, одна из гипотез связывает данное явление с поступлением в верхнюю атмосферу межпланетного вещества (мельчайших пылевых частиц — микрометеоритов) из окружающего Землю пространства. Это вещество оказывает влияние на оптические свойства атмосферы, и в этом случае теория указывает, что на высотах около 100 км образуется (главным образом в результате прохождения метеорных роев) слой с повышенной концентрацией таких частиц космического происхождения. С целью подтверждения наличия на высотах 80—100 км пылевого слоя, образованного микрометеоритами, и проводился эксперимент «Экстинкция».

Космонавтами А. А. Губаревым и В. Ремekom был получен визуально-наблюдательный материал, который послужил основой для разработки и изготовления фотоэлектронного фотометра для прецизионных измерений параметров этого явления в космических условиях. Такой фотометр впоследствии был создан специалистами ЧССР, доставлен на орбитальную научную станцию «Салют-7» и использован космонавтами А. Н. Березовым и В. В. Лебедевым в своей научной работе.

В эксперименте «Излучение» (СССР—МНР) космонавты с помощью диэлектрических детекторов исследовали интенсивность ядерной компоненты космических лучей в области малых энергий.

Систематическое изучение космических лучей непосредственно в космосе началось с полетов первых советских спутников Земли и проводилось самыми разнообразными методами, в основном с помощью автоматических приборов, данные с которых передавались на Землю по

телеметрическим каналам. В последнее десятилетие стали применяться методы, требующие возвращения детекторов излучения на Землю. Примером может служить эксперимент, осуществленный учеными социалистических стран на спутнике «Интеркосмос-6», когда комплекс научной аппаратуры, в том числе большая стопка ядерной фотоэмульсии, был возвращен на Землю.

Для регистрации атомных ядер космических лучей в эксперименте «Излучение» использовались диэлектрические детекторы. Тяжелые атомные ядра, попадая в детектор, на своем пути разрушают его структуру. Если такой детектор обработать по специальной технологии, в нем в местах прохождения частиц появляются микроскопические тоннели и воронки, параметры которых позволяют определить заряд и энергию зарегистрированных детектором ядер. Преимуществом диэлектрических детекторов является их простота и возможность применения для длительных экспозиций, недостатком — отсутствие информации о времени регистрации частиц.

Метод диэлектрических детекторов для регистрации атомных ядер космических лучей использовался также в эксперименте «Астро» (СССР—СРР). Для выполнения эксперимента использовались два прибора, созданных румынскими специалистами, в которых применен для регистрации ядер чувствительный материал — нитрат целлюлозы.

Один прибор был установлен в шлюзовой камере и, таким образом, экспонировался в открытом космосе; он позволял регистрировать атомные ядра с энергиями в диапазоне 5—70 МэВ. Второй прибор «Астро» был расположен внутри станции. В этом приборе использовался блок детекторов, состоящий из четырех неподвижных и одного подвижного детектора, синусоидальное движение которого синхронизировано с перемещением станции по широте. Это позволяло осуществить привязку регистрируемых потоков космических лучей к географической широте.

Большой научный интерес эксперимента «Астро» был связан, в частности, с поиском и идентификацией новых форм существования ядерной материи, а именно не полностью ионизированных атомов в космических лучах или ядер с большим числом нейтронов.

Эксперименты в области космического материаловедения

О перспективности этого направления космических исследований, сулящего в будущем буквально революционные преобразования в технологии изготовления традиционных и новых материалов, писалось и пишется достаточно много. Как известно, основная цель космической технологии — использование факторов космического полета, главным образом невесомости, для получения полезных и подавления вредных влияний на процесс изготовления веществ и создание новых, технологически перспективных материалов.

В настоящее время трудно указать те рубежи, на которые выйдет промышленное производство в космосе благодаря созданию орбитальных технологических комплексов. Нам еще предстоит выявить технический потенциал невесомости, и пройдет немало лет, прежде чем человечество в полной мере воспользуется преимуществами и возможностями новой среды. Но и сейчас можно утверждать, что перед космической технологией, космическим материаловедением с созданием орбитальных станций открываются невиданные, фантастические перспективы.

А пока идет накопление фактов, кропотливое изучение различных сторон течения технологических процессов в невесомости, поведений в космосе материалов, экспериментальное производство и анализ выращенных на орбите кристаллов. В ряду этих исследований находятся и эксперименты, проведенные международными экипажами.

Большая часть исследований в области космического материаловедения была проведена международными экипажами на советских электронагревательных установках «Сплав» и «Кристалл». Описание этих установок было дано в отечественной печати⁶.

Рассмотрим далее эти эксперименты в той последовательности, в которой они выполнялись международными экипажами. Следует отметить, что если судить по названиям, то технологических экспериментов было всего 15. На самом деле большинство из них представляли собой серии исследований, часто весьма существенно различавшихся по целям, исходным материалам, условиям прове-

⁶ См., например: Римша М. А. «Салют-6»: «Морава», «Сирена», «Беролина». — Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 25.

дения эксперимента и т. п. Поэтому правильнее будет говорить о нескольких десятках экспериментов, проведенных на станции «Салют-6» космонавтами социалистических стран.

В серии экспериментов «Морава» (СССР—ЧССР) исследовались новые материалы, полученные в состоянии почти полной невесомости (микрогравитации), выяснялись связи между условиями проведения эксперимента и характером кристаллизации, выявлялось воздействие микрогравитации на структуру и другие физические характеристики конденсированных систем.

В других экспериментах серии изучался процесс затвердевания (кристаллизации) расплава двух веществ, представляющего эвтектику⁷. При этом один из компонентов содержался в избытке. В этом случае процесс затвердевания проходил в два этапа: кристаллизация из расплава основного компонента и последующее отверждение остаточной эвтектики.

В качестве основного компонента в первом эксперименте был выбран анизотропный кристалл хлорида свинца ($PbCl_2$), поскольку на нем проще проследить влияния температурного перепада и гравитационного поля. Вторым изучаемым веществом стали хлорид меди ($CuCl$) и хлорид серебра ($AgCl$). Во втором эксперименте исследовалась кристаллизация бромида одновалентной ртути (Hg_2Br_2) из раствора в эвтектическом расплаве с бромидом двухвалентной ртути ($HgBr_2$), обладающим чрезвычайно высокими значениями параметра связи в кристаллической решетке.

В третьем эксперименте изучалось затвердевание и образование стекловидной системы, представленной полупроводниковым стеклом с тетраэдрической структурой решетки (в состав системы входили атомы германия, сурьмы и серы). Цель этого эксперимента заключалась не только в определении условий образования стекла в состоянии невесомости, но также в изучении процессов зародышеобразования и разделения фаз, протекающих в стеклянной матрице, и определении влияния этих процессов на основные физические характеристики получаемых материалов.

⁷ Эвтектика — сплав в жидком состоянии, находящийся в равновесии с кристаллами исходных компонентов и кристаллизующийся при постоянной температуре (в так называемой эвтектической точке). В твердом состоянии представляет собой механическую смесь кристаллов-компонентов.

Коротко об условиях проведения экспериментов. Установка «Сплав» была размещена вблизи корпуса орбитальной станции, неподалеку от центра тяжести всего научного комплекса. В ходе экспериментов весь орбитальный комплекс ориентировался так, чтобы его продольная ось была направлена к центру Земли.

Для повышения «чистоты» эксперимента в наиболее ответственные периоды кристаллизации на орбитальном комплексе выключались все системы и агрегаты, вызывающие колебания станции, сводились к минимуму даже перемещения космонавтов. Поэтому в эти решающие для эксперимента периоды времени сила тяжести по всем трем направлениям была несущественной и составляла не более 10^{-6} — 10^{-7} g.

Образцы исследуемых материалов находились в кварцевых ампулах (в условиях вакуума), размещенных в контейнере, представляющем собой герметичный стальной цилиндр длиной 172 мм и диаметром 17 мм. После помещения контейнера в цилиндрическую полую печь установки начиналось нагревание образцов с таким расчетом, чтобы температура в контейнере росла до тех пор, пока не достигала величины выше точки плавления исследуемых материалов.

Максимальный нагрев в экспериментах «Моравя» достигал 500° С. После достижения максимальной температуры началось ее регулируемое снижение. Причем максимальная температура достигалась примерно через 24 ч после начала эксперимента, а затем в режиме охлаждения возникал процесс затвердевания. Охлаждение длилось около 20 ч со скоростью примерно 11° С в час. Таким образом, весь рабочий цикл составлял около двух суток.

Одновременно в ЦПК им. Ю. А. Гагарина специалисты СССР и ЧССР провели наземную часть экспериментов. Она по своей сути обратна космической: если в космосе нужно было свести к минимуму силу земного тяготения, то здесь с помощью центрифуги исследовались рост и направленное затвердевание кристаллических материалов при различных перегрузках. Располагая контейнер с исходным веществом то по вектору углового ускорения, то перпендикулярно ему, специалисты сравнивали структуру и свойства материалов, полученных при различных направлениях перегрузки.

Наземный эксперимент на центрифуге был осуществлен на установке «Кристалл», работающей по методу на-

правленной кристаллизации. Однако в отличие от установки «Сплав» процесс здесь происходит в условиях фиксированного теплового поля, а изменение зон нагрева достигается перемещением ампулы с материалом, которое осуществляется механически в соответствии с требуемой программой. Сопоставление результатов всего комплекса экспериментов «Морава» помогло определить зависимость свойств материалов от гравитационных условий их получения и выработать рекомендации по созданию перспективных технологических соединений.

Микроскопическое исследование структуры материалов, полученных одновременно в условиях космического полета и на Земле (при прочих идентичных условиях), показывает, что кристаллы, выращенные в космосе, меньше, чем аналогичные кристаллы, полученные на Земле. Причина заключается в том, что в космосе миграция ионов в расплаве происходит лишь путем диффузии: именно такое влияние оказывает невесомость на процесс зародышеобразования и роста кристаллов из жидкой фазы. Влияние же невесомости на эвтектические растворы противоположно: кристаллы обеих фаз эвтектики больше, чем полученные на Земле.

Процесс затвердевания кристаллов в космосе подвержен влиянию микрогравитации. И хотя она была мала в этом эксперименте, но все же на внешней поверхности образца можно заметить следы воздействия радиальной составляющей микрогравитации, зарегистрированной в ходе эксперимента. Оказывается, что поле тяготения порядка $10^{-6} g$ достаточно, чтобы повлиять на конфигурацию атомов в исследованной расплавленной системе, а также на процесс затвердевания.

В экспериментах «Сирена» (СССР—ПНР) изучался процесс направленной кристаллизации в полупроводниковых материалах, получаемых из жидкой фазы в условиях невесомости. В качестве исследуемых материалов в эксперименте «Сирена» были выбраны тройные полупроводники «ртуть—кадмий—теллур» ($CdHgTe$), «кадмий—ртуть—селен» ($CdHgSe$) и «свинец—селен—теллур» ($PbSeTe$).

Эти материалы в течение многих лет тщательно изучаются в Институте физики Академии наук ПНР, сотрудники которого много сделали для выяснения физических характеристик материалов этого типа и возможностей их применения. Полупроводники, в состав которых входят названные элементы, характеризуются высокой чувстви-

тельностью и малой инерционностью. В настоящее время они считаются наилучшими детекторами инфракрасного излучения, способными работать в диапазоне длин волн около 10 мкм, т. е. в пределах так называемого «атмосферного окна». Имеет перспективы и использование этих материалов в лазерных устройствах с перестраиваемой частотой.

Однако получение однородных полупроводниковых сплавов данного типа в наземных условиях существенно затрудняется процессами конвекции, обусловленной действием силы тяжести, поскольку химические элементы — ртуть, кадмий и теллур — значительно отличаются по массе. В свою очередь, однородность и структурное совершенство полупроводниковых материалов, полученных в космосе, обуславливает их особые физические свойства и возможности применения. Если в лабораторных условиях на Земле достигается степень однородности кристаллов этого типа порядка 12%, то полупроводники, полученные в экспериментах «Сирена» в условиях невесомости, характеризуются значительно более высокой степенью однородности — около 60%.

Следует отметить, что эксперимент по направленной кристаллизации тройного полупроводника «ртуть—кадмий—теллур» из жидкой фазы проводился дважды, поскольку в распоряжении международного экипажа находились две ампулы с исследуемыми веществами. Первая ампула была нагрета до температуры около 900°С, после чего она подверглась регулируемому охлаждению со скоростью 11,4°С в час; на проведение эксперимента ушло 46 с. Затем эксперимент был повторен, но с иной программой охлаждения: вторая ампула хотя и нагревалась аналогичным образом, но охлаждалась пассивно, т. е. без автоматической регулировки температуры. В этом случае скорость снижения температуры была значительно выше — порядка 145°С в час; эксперимент закончился через 16,5 ч.

Технологические исследования «Беролина» (СССР—ГДР) представляли собой, по сути дела, серию из шести экспериментов. Эти эксперименты были подготовлены совместно с советскими специалистами учеными Университета имени А. Гумбольдта, Институтом электроники Академии наук ГДР и специалистами завода «Шотт и Ген» в Йене.

Из шести экспериментов серии «Беролина» четыре были посвящены плавкам и последующему выращиванию

полупроводниковых монокристаллов. Это одна из ключевых задач космического материаловедения. Требуемая для промышленного получения изделий современной электроники структура полупроводников может быть получена только специально разработанным способом выращивания кристаллов, а условия космоса для такого производства весьма благоприятны. Освоение процессов выращивания кристаллов и создание новых материалов с заданными свойствами — необходимые предпосылки для быстрого развития промышленности полупроводников и полупроводниковой электроники.

В качестве исходных материалов в этих экспериментах были выбраны кристаллы полупроводниковых соединений «свинец—теллур» и «висмут—сурьма». Из первого соединения изготавливаются полупроводниковые диоды для лазеров; во втором соединении оба вещества химически сходны, но даже небольшие изменения их концентраций в кристалле приводят к значительным изменениям его электрофизических свойств.

При проведении экспериментов принимались особые меры для поддержания микрогравитации на уровне не более $10^{-6} g$: в это время не допускалось включение двигателей, а если печи установок уже работали, то космонавты не должны были делать гимнастических упражнений, в частности пользоваться велоэргометром и бегущей дорожкой, и даже перемещения космонавтов были ограничены, поскольку любые сотрясения установки ухудшали бы рост кристаллов.

Специалисты ожидали, что в результате будут получены материалы с более равномерным составом смешиваемых компонентов и более совершенной структурой монокристаллов. И эти ожидания в целом оправдались.

Пятый эксперимент в серии «Беролина» — плавка (в течение 20 ч) и последующая кристаллизация бериллиево-фторидного оптического стекла на установке «Сплав». Специалисты стекольного завода «Шотт и Ген» (ГДР) связывали с этим экспериментом большие надежды. Дело в том, что направленными технологическими процессами можно улучшить качество высокоточных оптических приборов, и исследования полученных образцов показали большую ценность данного эксперимента. В частности, было установлено, что, в то время как на Земле наблюдающаяся аномалия в распределении пузырей при плавлении такого стекла имеет однородное распределение вследствие термической конвекции, в условиях

микрогравитации пузыри располагаются вдоль оси цилиндрического образца винтообразно.

Шестой эксперимент в серии «Беролина» должен был дать информацию об условиях «космической» кристаллизации, подтвердить правильность и применимость термодинамических расчетов для получения материалов выделением их из газообразной фазы. В эксперименте, таким образом, изучались основополагающие физико-химические процессы в газообразном веществе.

В качестве исходного вещества был взят германий, превращающийся в газ под воздействием высоких температур и переносимый веществом-носителем в область низких температур. Специалисты Центрального института физики твердого тела в Дрездене (ГДР) подготовили контейнер с пятью ампулами, заполненными германием и веществом-носителем (йодом), в которых обеспечивался химический перенос при закладке контейнера в установку «Сплав» (при пяти определенных давлениях газа).

В эксперименте предполагалось проверить важную научную гипотезу. Дело в том, что в аналогичных экспериментах в наземных условиях перемещение вещества через газообразную среду осуществляется диффузионными и конвективными потоками, причем доля конвекции возрастает при повышении давления газа. Однако оба вида потоков в условиях земного тяготения разделить трудно. В космических условиях конвекция, обусловленная силой тяжести, очень мала, диффузия доминирует и ее влияние может быть хорошо изучено при получении кристаллов методом химического переноса.

Эксперимент дал фундаментальные результаты, которые подтвердили ожидания ученых. Было установлено, что в космосе массовый перенос при более высоком давлении газа (до 0,7 МПа) определяется чистой диффузией, при этом результаты эксперимента соответствуют термодинамическим расчетам.

В аналогичном наземном эксперименте вследствие конвекции при давлении выше 0,3 МПа происходит ускоренный перенос массы. Сравнением скоростей переноса впервые были сделаны однозначные выводы о доле переноса (в наземных и космических условиях), обусловленного диффузией и конвекцией. Эти выводы корректируют заключения, сделанные, в частности, по данным американских экспедиций на «Скайлэбе» и во время полета космических кораблей «Союз» и «Аполлон».

Мы довольно подробно остановились на первых трех

сериях экспериментов в области космического материаловедения, чтобы читатели имели ясное представление не только о существовании этих экспериментов, но и о типичном характере такого рода опытов и условиях их проведения. Теперь коротко остановимся на остальных технологических исследованиях, проведенных международными экипажами.

В серии экспериментов «*Пирин*» (СССР—НРВ) исследовались морфологическая устойчивость монокристаллов цинка при их росте из газовой фазы в присутствии малых количеств водорода или аргона, углы смачивания на материалах «цинк—кварц» и «селен—теллур—кварц», анализировалась диффузия и термодиффузия теллура и селена, железа и цинка. Кроме того, в серию входил эксперимент по получению пеноалюминия путем вспенивания расплава алюминия с помощью газоотделяющего вещества — гидрида титана.

Серии экспериментов «*Этвеш*» и «*Беалуца*» (СССР—ВНР) отличались друг от друга технологическими режимами (температурой нагрева, длительностью выдержки, скоростью протяжки, охлаждением — регулируемым или пассивным) или исходными веществами.

В серии «*Этвеш*» выращивались из расплавов-растворов монокристаллы различных полупроводниковых соединений (арсенида галлия, легированного хромом, антимонида индия и антимонида галлия). Эти материалы широко используются при создании микроэлектронных приборов, и улучшение их характеристик имеет большое значение для этой отрасли техники. По результатам экспериментов была дана качественная оценка особенностей роста кристаллов в условиях микрогравитации в отсутствие тепловой конвекции и проверена возможность получения полупроводниковых материалов с улучшенными электрофизическими и структурными параметрами. При выполнении экспериментов «*Этвеш*» были получены монокристаллы антимонида галлия, значительно превосходящие по своим размерам и по физическим свойствам монокристаллы, которые выращиваются в наземных условиях. В двух сериях экспериментов «*Беалуца*» изучалась диффузия меди в алюминий (первая серия) и технология получения сплава алюминия с 4% меди (вторая серия). В первой серии использовалась цилиндрическая заготовка высокочистого алюминия с вкладышем в виде проволоки из меди, во второй — сплав алюминия с медью. Результаты экспериментов «*Беалуца*» используются для

улучшения технологии непрерывной разливки стали и сплавов, разливки в формы для изготовления специальных изделий (инструментов, деталей для теплоэнергетических машин и т. п.), улучшения технологии и оборудования серийного производства.

В экспериментах «Халонг» (СССР—СРВ) выращивались полупроводниковые кристаллы трехкомпонентной системы «висмут—сурьма—теллур», а также кристаллы фосфида галлия в условиях микрогравитации. Были получены более совершенные, чем на Земле, твердые растворы трехкомпонентной системы.

Три технологических эксперимента выполнил советско-кубинский экипаж: «Карибе», «Сахар», «Зона». И если эксперимент «Карибе» являлся составной частью традиционных работ по космическому материаловедению в рамках программы «Интеркосмос», то эксперименты «Сахар» и «Зона» были новым направлением исследований в этой области для ученых социалистических стран.

Эксперимент «Карибе» был посвящен выращиванию кристаллов германия, легированного индием, а также получению эпитаксиальных пленок из арсенида галлия, легированного алюминием. Цель эксперимента — поиск оптимальных условий получения этих материалов.

В экспериментах «Сахар» и «Зона» исследовалась кинетика роста монокристаллов сахара и моделировался процесс зонной плавки сахарозы при наличии градиента температуры в монокристаллах. Они имеют громадное практическое значение для кубинской промышленности, поскольку могут способствовать решению одной из центральных народнохозяйственных задач республики — обеспечению полной и эффективной переработки сахарного тростника.

Три технологических эксперимента (два — под названием «Алтай», третий — «Эрдэнэт») провели члены советско-монгольского экипажа. В первом эксперименте «Алтай» исследовались процессы диффузии и массопереноса в расплаве металлов (на примере свинца и олова) и влияния на эти процессы конвективных потоков, возникающих в градиентном температурном поле. Во втором эксперименте «Алтай» выращивались монокристаллы пятиоксида ванадия в условиях микрогравитации. Кристаллическая пятиокись ванадия относится к активным полупроводникам и используется для изготовления термисторов, а также является хорошим катализатором при получении многих органических соединений. Структура,

Советско-чехословацкий
экипаж: А. А. Губарев
и В. Ремек (ЧССР)



П. И. Климук
и М. Гермашевский (ПНР)
на Красной площади





**В. Ф. Быковский и З. Йен
(ГДР)**

**Н. Н. Рукавишников
и Г. Иванов (НРБ):
идет подготовка к полету**



**В. В. Горбатко и Фам Туан
(СРВ) перед очередной
тренировкой**



**В. Н. Кубасов и Б. Фаркаш
(ВНР) в мемориальном
кабинете Ю. А. Гагарина
в Звездном городке**





Ю. В. Романенко и А. Тамайо Мендес (Республика Куба): перед отлетом на космодром Байконур

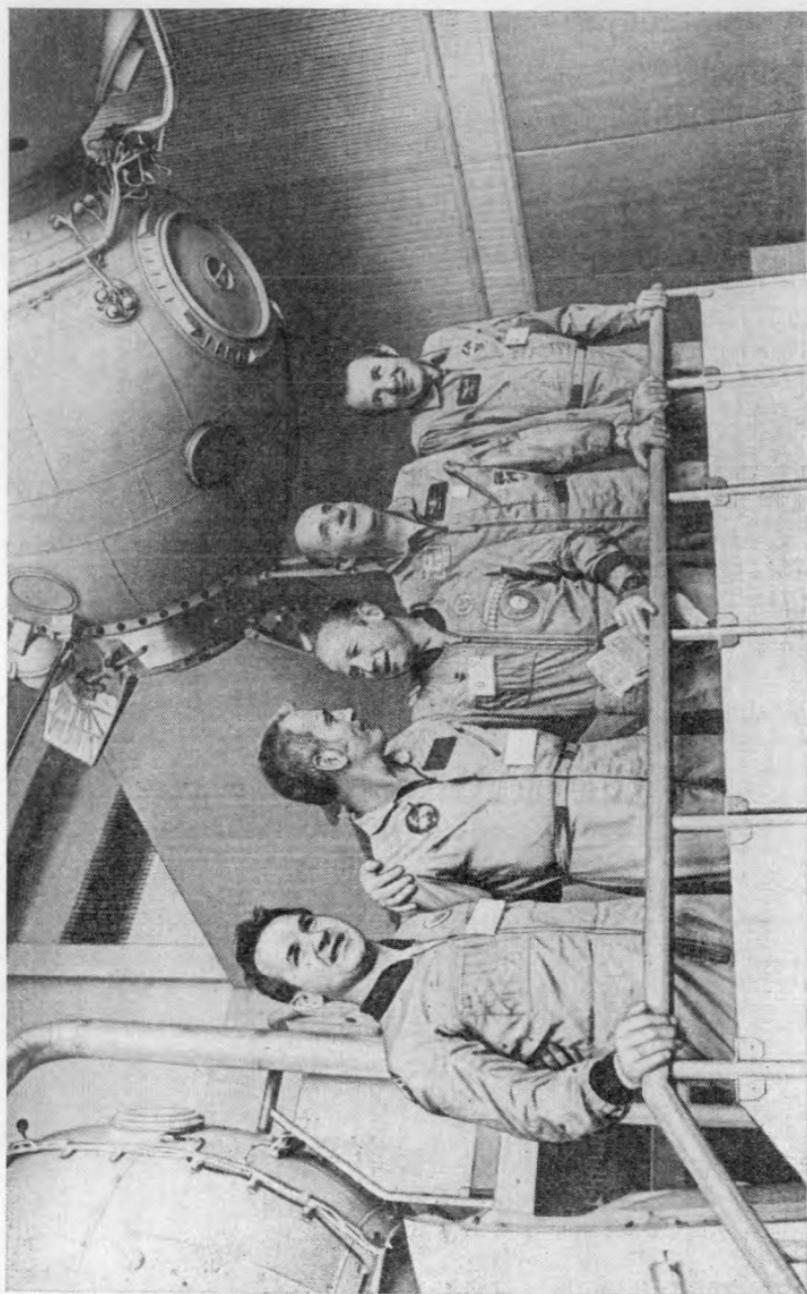
Предполетная пресс-конференция на космодроме Байконур. Слева направо: Л. И. Попов, Д. Прунариу (СРР), А. А. Леонов



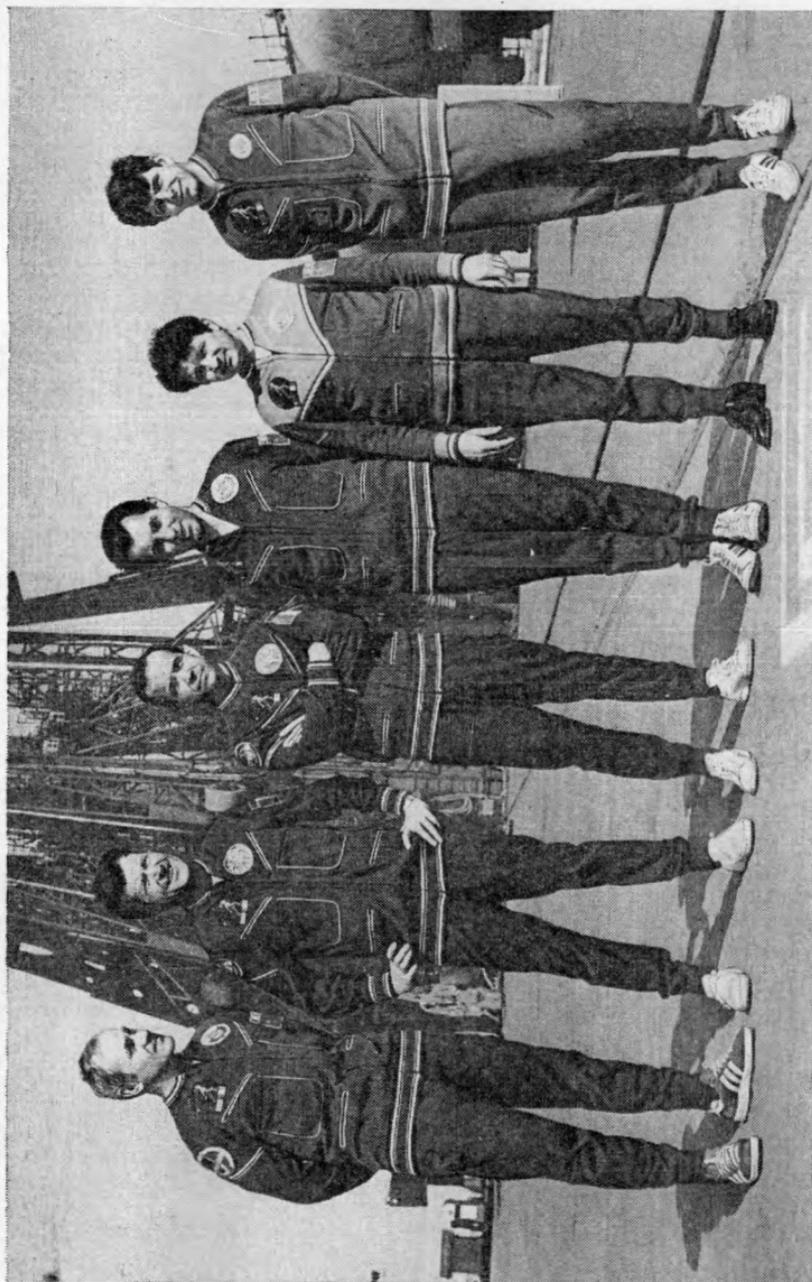


Советско-монгольские (основной и дублирующий) экипажи в павильоне «Космос» на ВДНХ.

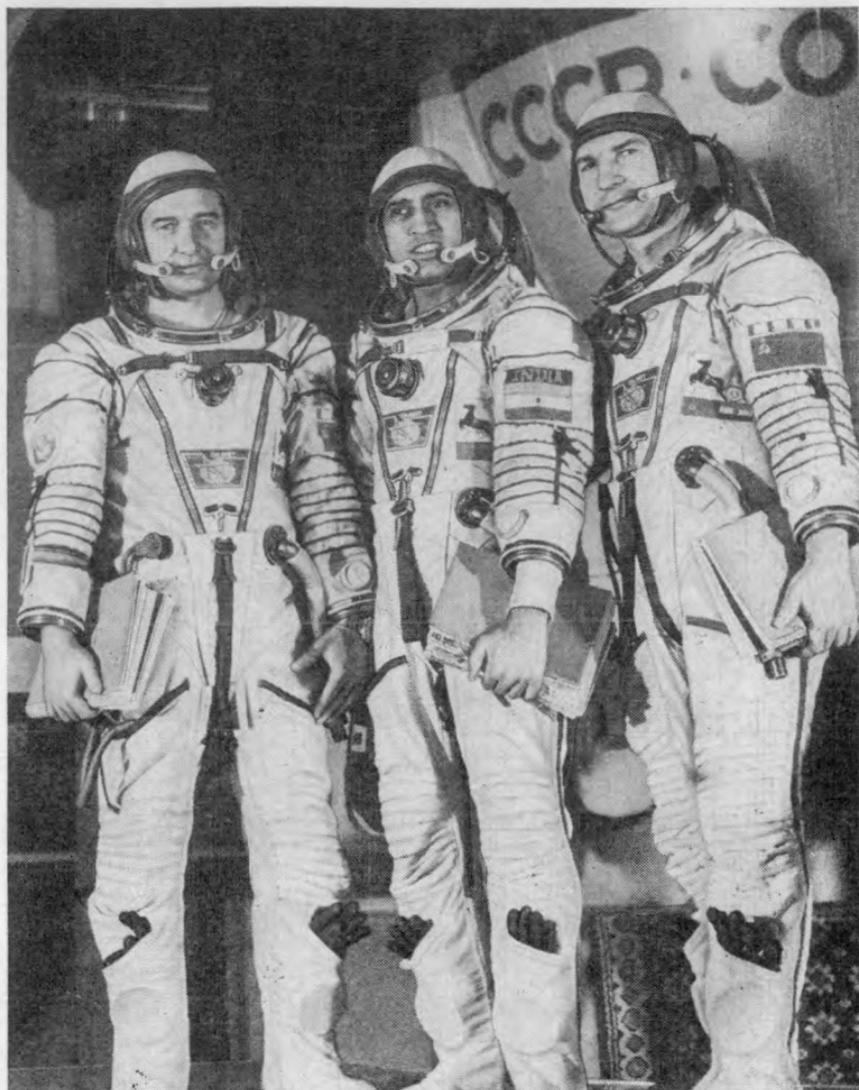
Слева направо: Ж. Гуррагча (МНР), М. Ганзориг (МНР),
В. А. Джанибеков, В. А. Ляхов



Советский и американский космические экипажи кораблей «Союз» и «Аполлон» в зале тренажеров ЦК им. Ю. А. Гагарина.
Слева направо: В. Н. Кубасов, Т. Стаффорд (США), А. А. Леонов, Д. Слейтон (США), В. Бранд (США)



Советско-французские (основной и дублирующий) экипажи на космодроме Байконур. Слева направо:
В. А. Джанибеков, Ж.-Л. Кретьен (Франция), П. Бодри (Франция), А. С. Иванченко, Л. Д. Кузнецов,
В. А. Соловьев



Советско-индийский экипаж.

Слева направо: Г. М. Стрекалов, Р. Шарма (Индия), Ю. В. Малышев

электрические и оптические свойства кристаллов, получаемых в наземных условиях, изучены довольно подробно. Ставя этот эксперимент, ученые полагали, что кристаллы пятиоксида ванадия, выращенные в условиях микрогравитации и отсутствия конвекции, будут обладать более совершенной структурой.

В эксперименте «Эрдэнэт» с помощью специального устройства изучались процессы диффузии и перераспределения примесей при растворении в воде и последующей кристаллизации сернистой соли меди.

Остроумная идея была положена в основу эксперимента «Нановесы» (СССР—СРР), в котором изучалось воздействие космической среды на материалы, находящиеся в открытом космосе. Для исследований была выбрана тонкая пленка двуоксида кремния. Этот материал широко применяется в космосе, — в частности, защитные слои двуоксида кремния покрывают поверхности активных оптических элементов, например элементов солнечных батарей. Слой двуоксида кремния отличается особой химической прочностью и стойкостью к воздействию факторов космической среды (излучений, вакуума и т. д.). Его преимущество состоит также в том, что он прозрачен в очень широком спектральном диапазоне.

Один из основных процессов, воздействующих на материалы в открытом космосе, — так называемое «сухое» испарение, или сублимация. При сублимации масса исследуемого материала постепенно уменьшается. Измерить это уменьшение массы и должны были космонавты в ходе эксперимента «Нановесы». Как известно, измерение массы в условиях невесомости представляет определенные трудности, особенно если ее изменение, как в данном случае, очень незначительно. Поэтому был выбран остроумный косвенный способ измерения.

Тонкая пленка двуоксида кремния была нанесена на поверхность кварцевого резонатора, включенного в специальную измерительную электрическую схему. Частота резонансных колебаний зависит от толщины пленки, и таким образом, измеряя частоту колебаний, можно определить изменение толщины пленки и соответственно ее массы в ходе эксперимента.

С целью разработки технологии получения в космических условиях монокристаллов заданного профиля с помощью капиллярных сил был выполнен эксперимент «Капилляр». Изучение влияния сил поверхностного натяжения на равномерность распределения примесей по всей

длине расплава в плоскости капилляра проводилось впервые в истории космического материаловедения.

Методика получения монокристаллов заданного профиля с использованием сил поверхностного натяжения заключается в следующем. В капсулу с исходным материалом вставляется матрица с продольным капиллярным разрезом (сечение 1—2 мм). Расплавленный материал проникает в капиллярную полость и под действием сил поверхностного натяжения поднимается по капилляру. В земных условиях достигнутая высота подъема обратно пропорциональна ускорению силы тяжести. Если высота самого капилляра над расплавом выбирается меньше, чем высота, на которую может под действием сил поверхностного натяжения подняться расплавленный материал, то он заполняет капилляр целиком и небольшое избыточное его количество распространяется по верхней поверхности матрицы. Далее при помощи затравки вызывается кристаллизация расплавленного материала в плоскости капилляра, и в итоге получается монокристалл, профиль которого воспроизводит внутреннюю поверхность матрицы.

Качество получаемых при этом кристаллов и производительность метода зависят от достигнутой высоты подъема материала в капилляре и от однородности «питания» через капилляр.

При выращивании кристаллов с примесями (например, в случае полупроводников) очень важно, чтобы примесь была равномерно распределена по всему кристаллу. Установлено, что на равномерность распределения примесей влияет гравитация. При использовании вышеописанного метода даже в земных условиях наблюдается некоторое улучшение распространения примесей в кристалле вследствие капиллярного эффекта. В условиях же значительного уменьшения гравитационного ускорения (остаточная гравитация на борту станции «Салют-6» составляет одну миллионную от гравитации на поверхности Земли) специалисты ожидали значительного увеличения высоты подъема расплава в капилляре и существенного улучшения распределения примесей, а также повышения однородности питания через капилляр, что позволит получить кристаллы с однородными свойствами. Как показал этот эксперимент, ожидания в целом оправдались. В эксперименте «Капилляр» эффект изучался на примере чистого германия и германия, легированного галлием, в молибденовой матрице.

Давая общую оценку научной работе, проделанной международными экипажами в космосе, можно со всей очевидностью утверждать, что ее итоги позволили нам продвинуться вперед в понимании условий существования человека в космическом пространстве, глубже проникнуть в существо протекающих в космосе процессов, наметить новые рубежи, к которым в ближайшие годы будет устремлена экспериментальная научная мысль.

В заключение отметим, что данная глава, будучи самой большой в книге, тем не менее не вместила полного и подробного рассказа о всех научных экспериментах. Но надеемся, что любознательный читатель получил хотя бы общее представление о научной деятельности международных экипажей на орбите и заинтересовался ею настолько, что обратился к списку дополнительной литературы в конце книги.

Глава 4

ПРОЕКТ «СОЮЗ» — «АПОЛЛОН»

Цели и задачи проекта

«Успех космической эпопеи» — такую характеристику получил совместный полет двух космических кораблей: советского «Союз-19» и американского «Аполлон» в июле 1975 г. Две ведущие космические державы впервые объединили свои усилия для проведения очень важного эксперимента на околоземной орбите. Конечно, этому способствовали два обстоятельства: наличие в СССР и США космических кораблей и улучшение к тому времени международных отношений благодаря неустанной заботе нашей партии о судьбах мира. В мае 1972 г. было заключено «Соглашение между Союзом Советских Социалистических Республик и Соединенными Штатами Америки о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях», в котором, в частности, записано: «Стороны договорились о проведении работ по созданию совместимых средств сближения и стыковки советских и американских пилотируемых космических кораблей и станций с целью повышения безопасности полетов человека в космосе и обеспечения возможности осуществления в дальнейшем совместных научных экспериментов. Первый экспериментальный полет

для испытания таких средств, предусматривающий стыковку советского космического корабля типа „Союз“ и американского космического корабля типа „Аполлон“ с взаимным переходом космонавтов. Намечено провести в течение 1975 года. Осуществление этих работ будет проводиться на основе принципов и процедуры, которые будут разработаны в соответствии с „Итоговым документом встречи представителей Академии наук СССР и Национального управления США по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) по вопросу создания совместимых средств сближения и стыковки пилотируемых космических кораблей и станций СССР и США от 6 апреля 1972 г.“».

Первое совещание специалистов двух стран по этой проблеме состоялось в Москве в конце октября 1970 г., хотя вопросы безопасности полетов и проблема оказания помощи в космосе были постоянно в поле зрения ученых и инженеров, создающих космические корабли и станции. Советскую делегацию возглавлял академик Б. Н. Петров, американскую — директор Центра пилотируемых полетов в Хьюстоне доктор Р. Гилрут.

В связи с тем, что каждая страна разрабатывала системы сближения и стыковки применительно к собственным национальным программам, на этой встрече выяснилось, что корабли «Союз» и «Аполлон» не удовлетворяют ни одному из условий совместимости. Были образованы смешанные рабочие группы из специалистов СССР и США для согласования технических требований по обеспечению совместимости средств сближения и стыковки. На последующих встречах специалистов в Москве и Хьюстоне эти технические требования были тщательно изучены. В апреле 1972 г. во время встречи делегаций под руководством исполняющего обязанности Президента Академии наук СССР академика В. А. Котельникова и исполняющего обязанности директора НАСА США доктора Дж. Лоу был согласован упоминаемый в межправительственном соглашении «Итоговый документ».

Одобрив этот документ, стороны тщательно проанализировали работу специалистов, сделанную за 18 месяцев, и подтвердили, таким образом, что имеется техническая возможность осуществить экспериментальный полет космических кораблей «Союз» и «Аполлон». Были рассмотрены также цели совместного полета, обсуждены основные принципы и процедуры при реализации этого проекта; согласованы вопросы испытаний совместимого

оборудования и вопросы подготовки экипажей и персонала центров управления полетом.

Так было положено начало программе ЭПАС — экспериментальному полету «Аполлон» — «Союз». Основной задачей ЭПАС являлась проверка технических требований и принятых решений по совместимости средств сближения и стыковки будущих пилотируемых космических кораблей, включая:

испытание элементов совместимой системы сближения на орбите;

испытание андрогинных стыковочных агрегатов;

проверку техники взаимного перехода космонавтов и астронавтов из корабля в корабль;

выполнение определенных совместных действий советского и американского экипажей в состыкованном положении кораблей;

выполнение научных экспериментов;

накопление опыта в проведении совместных полетов космических кораблей СССР и США, включая, в случае необходимости, оказание помощи в аварийных ситуациях.

Осуществить ее было нелегким делом, так как СССР и США, имея свои собственные космические программы, решали их разными техническими средствами, которые, как говорят специалисты, оказались несовместимы. Что это такое? Ответ на этот вопрос дает технический директор ЭПАС от советской стороны член-корреспондент АН СССР К. Д. Бушуев: «Совместимость — это способность кораблей и станций, их бортовых систем и оборудования, а также средств, обеспечивающих их полет, взаимодействовать, выполняя те или иные задачи». Специалисты считают, что для выполнения сближения и стыковки пилотируемых космических кораблей требуются следующие основные условия:

1) совместимость стыковочных устройств;

2) совместимость средств взаимного поиска и сближения кораблей;

3) совместимость систем жизнеобеспечения и оборудования для перехода;

4) совместимость средств связи и управления полетом;

5) организационная и методологическая совместимость.

Более подробное рассмотрение этих условий позволит понять, что для осуществления совместного полета необходим был труд многих тысяч людей, потребовалась огромная работа целых коллективов.

Первое условие — совместимость стыковочных агрега-

тов, т. е. всех устройств, которые непосредственно сопрягаются при стыковке.

Космические корабли являются либо активными (которые совершают все маневры по сближению аппаратов), либо пассивными (которые поддерживают лишь необходимую для стыковки ориентацию).

В связи с этим они имеют совершенно различные стыковочные агрегаты: на активном корабле — стыковочный штырь, а на пассивном — приемный конус для захвата штыря. Поэтому состыковаться может только активный корабль с пассивным, когда по инерции или под действием двигателей малой тяги активный корабль продолжает сближение с пассивным кораблем. При этом штырь, попадая в приемный конус, обеспечивает сцепку кораблей. С помощью электропривода активный корабль начинает втягивать штангу, что и обеспечивает стягивание кораблей. Расположенные на плоскости стыка замки срабатывают, и создается жесткое и герметическое соединение кораблей.

Принцип действия стыковочного агрегата для ЭПАС существенно отличается от тех, которые применялись в СССР и США, — специалисты разработали принципиально новое универсальное активно-пассивное стыковочное устройство (или андрогинный стыковочный агрегат).

Основными отличительными чертами новой системы стыковки являются: андрогинность — способность выполнять как активные, так и пассивные функции при соединении кораблей; периферийность — расположение механизмов, выполняющих основные функции по совмещению стыковочных штангоутов, на периферии устройства таким образом, что его центральная часть остается свободной для образования прохода из корабля в корабль (люк диаметром 0,8 м).

В процессе стыковки устройство обеспечивает амортизацию соударения кораблей, выправляет линейные и угловые неточности причаливания, производит первичную сцепку, выравнивание, стягивание и жесткое соединение кораблей с созданием герметичного стыка.

В процессе расстыковки устройство обеспечивает разрыв всех механических связей и расхождение кораблей за счет работы толкателей.

Управление стыковочным устройством осуществляется с пульта космонавтов, на котором размещены органы управления и куда выдается информация о работе основных механизмов.

Реально используемые в полете «Союза» и «Аполлона» стыковочные устройства не были полностью идентичны. В соответствии с договоренностью каждая сторона разработала свое собственное устройство. Например, они отличались по конструктивному исполнению систем, поглощающих энергию соударения кораблей и осуществляющих их стягивание. В отличие от электропривода в «Союзе» на корабле «Аполлон» для этих целей использовалась гидравлическая система. Совместимость же устройств в целом достигалась за счет стандартизации минимального числа элементов, которые непосредственно соединяются или взаимодействуют во время стыковки.

Второе условие — совместимость средств взаимного поиска и сближения кораблей. Для определения относительного положения и параметров взаимного движения кораблей на «Союзе» и «Аполлоне» имеются свои радиосистемы. Характеристики этих радиосистем существенно различаются по виду модуляции, по частоте, мощности радиопередатчиков и диаграммам направленности антенн.

Совместное изучение проблемы совместимости систем сближения показало, что создать в сжатые сроки международную радиосистему, обеспечивающую определение относительного положения и параметров взаимного движения космических кораблей, невозможно. Поэтому было предложено измерять дальность между кораблями с помощью радиотелефонной связи. Для этой цели на корабле «Союз» устанавливался американский УКВ-приемопередатчик, который обеспечивал радиотелефонную связь и, кроме того, служил приемопередатчиком, т. е. осуществлял прием и ретрансляцию сигналов определения дальности, излучаемых УКВ-аппаратурой корабля «Аполлон». Дальность между кораблями определяется путем сравнения фаз сигналов, переданных с корабля «Аполлон» и ретранслированных «Союзом».

Процесс определения дальности осуществляется автоматически и не прерывает радиотелефонной связи между кораблями.

С помощью этого приемопередатчика на этапе дальнего наведения корабль «Аполлон» (активный) получал информацию о расстоянии между кораблями.

Основной же информацией для наведения корабля «Аполлон» с расстояния в несколько сотен километров являлись данные оптической системы, визирующей видимый маяк «Союза».

Для оптических измерений в темноте (с расстояния в несколько десятков километров) на «Союзе» был установлен комплект огней ориентации и импульсные световые маяки белого цвета, которые можно было видеть на расстоянии 50 км даже невооруженным глазом. Для удобства ориентации на близком расстоянии на кораблях установили так называемые «огни ориентации»: левый — красный, правый — зеленый, два задних — белые. Для осуществления причаливания на «Союзе» была установлена специальная оптическая мишень. Кроме основной оптической мишени, на «Союзе» установили дополнительную упрощенную мишень.

Кроме перечисленных радиотехнических и оптических средств, корабли имели обычные, свойственные им средства. Вся измерительная информация в процессе сближения и стыковки кораблей поступала в бортовую вычислительную машину, которая выдавала рекомендации по управлению кораблями.

На кораблях «Союз» и «Аполлон» были установлены также УКВ — приемопередатчики советского производства для обеспечения межбортовой связи и связи со станциями слежения СССР.

Третье условие — совместимость систем жизнеобеспечения. Для возможности стыковки космических кораблей необходима совместимость параметров их внутренней атмосферы. Можно предположить, что в будущем атмосфера внутри пилотируемых кораблей всех стран будет близка к обычной земной и тогда эта проблема отпадет. Но атмосфера в «Союзах» состоит из обычного воздуха (кислорода 17—33%, азота — 82—66%) при 760 мм рт. ст., а в «Аполлоне» — из чистого кислорода при 260 мм рт. ст. Такая разница в давлениях практически исключает для космонавтов возможность открыть переходные люки в стыковочных агрегатах, кроме того, для перехода в другой корабль космонавт вынужден провести не менее двух часов в специальной шлюзовой камере, чтобы приспособиться к атмосфере иного состава. Причем перед выходом из «Аполлона» его экипажу необходимо будет осуществить постепенное повышение давления внутри корабля, а для перехода экипажа «Союза» потребуется провести процесс десатурации, когда космонавт должен надеть маску и дышать чистым кислородом.

Известно, что переход в разреженную атмосферу вызывает кессонную болезнь. Это хорошо знакомо водолазам и аквалангистам, когда возникают так называемые

декомпрессионные расстройтва, сопровождаемые образованием в крови человека газовых пузырьков азота, что может привести к закупорке кровеносных сосудов и нарушить кровоснабжение различных органов. Вот почему был создан специальный переходный (стыковочный) модуль, представляющий собой «воздушную камеру», в которой проходила атмосферная адаптация космонавтов. Чтобы исключить процесс десатурации, в «Союзе» было понижено давление до 520 мм рт. ст. при соответствующем повышении содержания кислорода. При этом переход космонавтов в чисто кислородную среду с давлением 260 мм рт. ст. стал возможным.

Система жизнеобеспечения модуля включала систему хранения и подачи кислорода и воздуха, систему очистки атмосферы модуля от углекислого газа, систему стравливания давления и десатурационную установку. При этом система хранения и подачи кислорода и воздуха служит для подачи этих газов в переходный модуль в зависимости от направления перехода: при переходе из «Союза» в «Аполлон» она обеспечивает подачу чистого кислорода, при обратном переходе — подачу воздуха. Кроме того, она осуществляет подачу чистого кислорода под определенным давлением в установку десатурации.

На случай разгерметизации переходного модуля в системе жизнеобеспечения предусматривалась скоростная подача газов в его внутреннюю полость. Утечка газа со скоростью 5—10 г/ч считалась допустимой.

Выделяемый космонавтами при дыхании углекислый газ отбирался из атмосферы модуля системой очистки, состоящей из поглотителей, подобных тем, которые обычно стояли на кораблях «Аполлон».

Вся система жизнеобеспечения переходного модуля была рассчитана на три перехода двух космонавтов и работала отлично.

Переходный модуль выводился на орбиту вместе с кораблем «Аполлон».

Четвертое условие — совместимость средств связи и управления полетом. Под этой совместимостью подразумевают: межбортовую связь кораблей в полете; возможность взаимодействия первого корабля с наземным командно-измерительным комплексом, управляющим полетом второго корабля; возможность взаимодействия наземных командно-измерительных комплексов, управляющих полетами кораблей, с территориями своих стран.

Известно, что любой космический корабль оснащает-

ся радиотехническими средствами, позволяющими ему обмениваться с наземными службами необходимой информацией технического и научного характера.

Для обеспечения связи между кораблями и между кораблями и наземными командно-измерительными комплексами необходимо, чтобы их радиосистемы имели идентичные характеристики, например радиочастоты, на которых работает аппаратура, мощность передающих устройств и чувствительность приемников и т. д.

Уже во время первой встречи специалистов стало ясно, что средства связи не обладают никакой совместимостью: не было никаких средств связи между центрами управления, и радиоаппаратура кораблей работала на разных частотах. Поэтому специалисты определили принципы построения и согласовали технические требования к системам радиосвязи между кораблями. Были согласованы правила разработки, производства и обмена радиоаппаратурой, изложенные в специальном документе «Методика испытаний на совместимость».

Радиотелефонная связь между экипажами кораблей осуществлялась в ультракоротковолновом диапазоне (УКВ) по двум радиoliniям — на советской частоте и на американской частоте. При этом было решено, что радиоаппаратуру, работающую на советской частоте, каждая сторона разрабатывает и изготавливает для своего корабля самостоятельно. Таким образом, наземные пункты обеих сторон могли прослушивать межбортовые переговоры и в случае необходимости имелась возможность вступать в связь с экипажами в зоне радиовидимости наземных пунктов СССР и США. Для ведения телепортативной с борта другого корабля и обеспечения переговоров между экипажами после стыковки кораблей была налажена проводная связь, что потребовало, естественно, разработки и установки на каждом корабле соответствующего оборудования.

Пятое условие — организационная и методологическая совместимость. Особенно сложными эти вопросы оказались при рассмотрении взаимодействия наземных служб управления полетом. Известно, что в управлении полетом на разных уровнях принимают участие тысячи людей: «Полет — это как бы гигантская ступенчатая пирамида, в вершине которой находится космический корабль и его экипаж. Ступенькой ниже — центр управления полетом. В его составе уже сотни специалистов. Следующая ступенька — сеть наземных станций слеже-

ния, расположенных по всей территории нашей страны и на кораблях, несущих вахту в океане. Это — тысячи людей. И, наконец, фундамент всей пирамиды — коллективы конструкторских бюро и научно-исследовательских организаций, предприятий, создающих корабль и его системы, десятки тысяч инженеров, техников и рабочих» (К. Д. Бушуев).

Организационная сторона управления полетом — это обеспечение наилучшего взаимодействия специалистов на всех ступенях этой пирамиды. Для программы «Союз» — «Аполлон» задачи управления полетом усложнились еще и тем, что надо было осуществить управление двумя кораблями, созданными в разных странах, и из двух центров управления, расположенных на разных континентах и удаленных друг от друга на 12 тыс. км. Помимо чисто технических проблем, пришлось решать вопросы создания на обоих языках специального словаря часто употребляемых терминов и оборотов, в обоих центрах управления дополнительно вводить штат переводчиков и т. д. Было согласовано, что после стыковки кораблей советские космонавты при межбортовых переговорах говорят на английском языке, а американские — по-русски.

Были разработаны специальные документы: «План взаимодействия» и для нештатных ситуаций «Положение по взаимодействию центров управления». Для того чтобы в ходе полета обе стороны в любой момент были готовы к действиям в нештатных ситуациях, каждая из них должна была иметь необходимую информацию о состоянии и ходе работ на борту другого корабля. Для этого между центром управления действовали два телевизионных и 13 прямых телефонных каналов связи. Был предусмотрен также обмен телетайпными и фото-телеграфными сообщениями.

Чтобы лучше понимать проблемы, возникающие на корабле другой стороны, и возможности наземных служб по решению этих проблем, центры управления на период полета обменялись консультативными группами из высококвалифицированных специалистов.

В процессе совместной работы по разработке проекта и подготовке полета возникло много вопросов методологической несовместимости. Самым простым примером этому может служить тот факт, что американцы результаты расчетов традиционно представляли в фунтах, футах и морских милях, а мы — в километрах и килограммах. К моменту завершения проекта был составлен специальный

документ «Баллистическая вычислительная модель», где были описаны такие понятия, как системы координат и форма земной поверхности, модели гравитационного поля и атмосферы Земли, понятие «круговая орбита» и «виток» орбиты. Причем если для работы над проектом была принята модель атмосферы, предложенная советской стороной, и гравитационная модель, предложенная американской стороной, то в определении понятия «витка» орбиты каждая из сторон придерживалась собственного понимания (поэтому приводилось советское и американское определение).

Необходимость совместимости возникла и в таком вопросе, как выбор так называемых «стартовых окон», т. е. выбор такого времени суток старта кораблей, которое бы одинаково удовлетворяло всем условиям, принимаемым обычно при нештатных ситуациях у нас для корабля «Союз» и в США для корабля «Аполлон». Первоначально оказалось, что условия их совместимости отсутствуют. Для корабля «Союз» такими условиями были:

приземление спускаемого аппарата должно произойти не позднее чем за 1 час до захода Солнца в районе приземления (с целью эвакуации экипажа из района приземления при дневном свете);

не менее чем за 8 минут до включения двигателя при сходе с орбиты на посадку корабль должен лететь над освещенной поверхностью Земли (с целью контроля автоматической системы ориентации корабля визуально).

Для корабля «Аполлон» было желательно, чтобы в случае аварии на участке выведения командный модуль приводнился в Атлантическом океане не позднее чем за 3 часа до захода Солнца в этом районе.

Если выполнить названные условия, то на 15 июля «Союз» должен был стартовать не ранее 16 часов 30 минут московского времени, а «Аполлон» — не позднее 15 часов московского времени. Стремясь решить проблему, пошли на компромисс: было согласовано, что корабль «Союз» стартует первым в 15 часов 20 минут.

Подготовка полета двух кораблей

Успех программы ЭПАС зависел в первую очередь от безотказной работы всех систем космических кораблей. Был подготовлен документ, в котором были оговорены в том числе и вопросы наземной отработки аппаратуры. Например, уже в октябре 1972 г. в Институте космиче-

ских исследований АН СССР советские специалисты продемонстрировали масштабные модели стыковочного устройства. С помощью моделей были проверены общая идея создания такого устройства, компоновочная схема и взаимодействие элементов. Без этого нельзя было перейти к работам над полномасштабными конструкциями. К сентябрю 1973 г. были изготовлены предназначенные для полета на кораблях стыковочные агрегаты, которым предстояло выдержать испытание в Хьюстоне на специальной установке, воспроизводящей процесс стыковки и состоящей из шестистепенного стенда с гидравлическим следящим приводом и вычислительной машины. Предстояло впервые произвести настоящую стыковку агрегатов кораблей «Союз» и «Аполлон», при которой фактически проверялись и отработывались все этапы сложного многостороннего процесса соединения кораблей, работа агрегатов в совместном полете и при расстыковке. На этом стенде было проведено в общей сложности более 100 стыковых агрегатов. В испытаниях приняли участие представители фирмы «Рокулл интернэшнл», где были изготовлены агрегаты.

В январе 1974 г. в лабораторию электронных систем в Хьюстоне прибыла группа советских специалистов для проверки на совместимость оборудования связи, измерения дальности и аппаратуры радиотелефонной связи. Для этого надо было изготовить и предварительно испытать эквивалент радиосвязи корабля «Союз», что позволяло воспроизвести все виды радиосигналов советского корабля. С американской стороны в испытаниях участвовали специалисты космического центра имени Джонсона фирмы «Локхид электроникс» и фирмы «Боинг».

Надо сказать, что значительная часть совместной подготовки радиотехнического оборудования проходила на имитаторах систем и макетах кораблей. Но чтобы дать окончательный ответ о правильности и надежности работы совместных систем, надо было провести их испытания на летных кораблях «Союз» и «Аполлон». И такие испытания были проведены в январе-феврале 1975 г. в космическом центре Кеннели, на мысе Канаверал и в мае 1975 г. на космодроме Байконур. Испытания на американском и советском космодромах проводились по составленным на каждый день графикам. Совместная проверка на космодромах подтвердила соответствие параметров систем связи и измерения дальности, а также механическую совместимость переносимых в другой корабль устройств.

Испытания систем жизнеобеспечения корабля «Союз» проводились в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина в начале 1974 г. Для испытаний изготовили обитаемые отсеки корабля — спускаемый аппарат и орбитальный модуль, установили в них системы жизнеобеспечения, пульт управления и индикации, средства связи и телевидения — и все это поместили в барокамеру. Места в отсеках корабля заняли испытатели. Непрерывное время испытаний составило 9 суток, в течение которых имитировались все этапы полета кораблей — от старта до посадки. На испытаниях присутствовали американские специалисты, которые высоко оценили их результаты.

К управлению полетом кораблей «Союз» и «Аполлон» персоналы центров управления начали готовиться за год до старта. Осенью 1974 г. американские специалисты посетили подмосковный Центр управления, а советские — Центр в Хьюстоне. Обе стороны прослушали лекции по устройству систем кораблей, ознакомились с аппаратурой, обменялись соответствующими техническими документами. В конце декабря 1974 г. была проведена первая проверка всех видов связи между Центрами управления. Тренировка позволила проверить и убедиться в готовности специалистов к предстоящей совместной работе.

Большое значение для успешной реализации программы ЭПАС имела тщательная наземная и летная отработка всех систем и оборудования кораблей, проведенная в процессе летных испытаний в апреле и августе 1974 г. беспилотных кораблей «Космос-638» и «Космос-672» и особенно в полете в декабре 1974 г. корабля «Союз-16», который был родным «братом» корабля «Союз-19». Провести своего рода «репетицию» будущего совместного полета было доверено летчикам-космонавтам — Герою Советского Союза А. В. Филипченко и Герою Советского Союза Н. Н. Рукавишникову. В этом полете на «Союзе-16» впервые в условиях космоса были испытаны новый стыковочный узел, новые радиотехнические средства сближения кораблей (в том числе антенны, приемники и передатчики), система жизнеобеспечения, модернизированные в соответствии с требованиями ЭПАС. При выполнении маневрирования, ориентации и стабилизации корабля «Союз-16» отрабатывались действия и режимы работы экипажа при решении задач, идентичных задачам совместного полета по программе «Союз—«Аполлон».

Говоря о технической стороне подготовки ЭПАС,

нельзя хотя бы в общих чертах не упомянуть о работе специалистов по разработке программы будущего совместного полета.

Программа этого полета фактически вырабатывалась в течение трех лет. При этом приходилось решать множество разнообразных вопросов. Для примера можно указать, что распорядок дня американских космонавтов предусматривает трехразовое питание, а советских — четырехразовое. Согласовали, что после стыковки оба экипажа будут жить по режиму дня корабля «Аполлон». Конечно, вопросы определения продолжительности совместного полета, выбор очередности старта и времени старта кораблей, последовательность операций по осуществлению встречи кораблей, режимов ориентации кораблей при полете в состыкованном положении, процедуры перехода экипажей и многие другие требовали длительного анализа и исследований многих специалистов.

Еще до полета специалисты обеих сторон стремились проанализировать весь комплекс средств, обеспечивающих полет космических кораблей, с точки зрения возможных отклонений в их работе. В этих целях был выработан единый подход к разработке нештатных программ действий. Он сводился к двум принципам. Первый — безопасность полета. Любая сторона могла принять решение о прекращении полета своего корабля, если, по ее мнению, сложившаяся ситуация угрожает безопасности экипажа. Второй — успешное выполнение задач полета. Это означало, что, если произойдет отказ, не влияющий на безопасность экипажа, обе стороны будут стремиться к тому, чтобы выполнить как можно больше совместных задач полета. В результате анализа работы бортового оборудования и наземных средств были подготовлены рекомендации по нештатной программе действий более чем для ста ситуаций.

Представители Академии наук СССР и Национального центра управления США по авионавтике и исследованию космического пространства разработали принципы, в соответствии с которыми было решено осуществлять подготовку и проведение полета кораблей. Они предусматривали, в частности, следующее:

управление полетом космического корабля «Союз» осуществляется советским центром управления, а полетом «Аполлона» — американским центром управления;

в процессе управления решения, касающиеся вопросов, влияющих на совместные элементы программы полета

та, принимаются после консультации с центром управления другой страны;

Центр управления или командир корабля, который принимает на борт экипаж другого корабля, будут нести ответственность за принятие решения по соответствующей, заранее запланированной нештатной (аварийной) программе действий при данной ситуации на принимающем корабле. Каждая сторона подготовит подробные правила работы при различных отказах оборудования, требующих действий по одной из запланированных нештатных программ;

в ситуациях, требующих немедленного решения, или при отсутствии связи с наземным персоналом решения будут приниматься командиром принимающего корабля в соответствии с запланированными действиями при нештатной ситуации;

любая телевизионная передача будет немедленно передаваться в Центр управления другой страны. Должна быть предусмотрена возможность прослушивания голосовой связи между кораблями и Землей для центров управления каждой из сторон на запланированной основе и по взаимному согласию;

летные экипажи должны быть достаточно обучены языку каждой страны, с тем чтобы, как минимум, понимать голосовые сообщения и предпринимать, если потребуется, правильные действия в зависимости от нормальной или нештатной ситуаций;

разработка плана информации общественности осуществляется с учетом обязательств и практики обеих сторон.

Что скрывается за каждым из приведенных пунктов, можно увидеть на примере подготовки экипажей космических кораблей.

Для участия в совместном полете космических кораблей «Союз» и «Аполлон» СССР и США назначили весной 1973 г. основные и дублирующие экипажи своих кораблей. Советская сторона готовила два космических корабля, и было назначено соответственно четыре экипажа.

Первый экипаж: командир — летчик-космонавт СССР Герой Советского Союза Леонов Алексей Архипович; бортинженер — летчик-космонавт СССР Герой Советского Союза Кубасов Валерий Николаевич.

Второй экипаж: командир — летчик-космонавт СССР Герой Советского Союза Филипченко Анатолий Васильевич;

бортинженер — летчик-космонавт СССР Герой Советского Союза Рукавишников Николай Николаевич.

Третий экипаж: командир — космонавт СССР Джанибеков Владимир Александрович;

бортинженер — космонавт СССР Андреев Борис Дмитриевич.

Четвертый экипаж: командир — космонавт СССР Романенко Юрий Викторович;

бортинженер — космонавт СССР Иванченков Александр Сергеевич.

В экипажи американского корабля «Аполлон» были включены космонавты Центра пилотируемых полетов НАСА:

основной экипаж: командир корабля — бригадный генерал ВВС США Томас Стаффорд;

пилот основного блока — Венс Бранд;

пилот стыковочного модуля — командир отряда космонавтов США Дональд Слейтон.

Дублирующий экипаж: командир корабля — Алан Бин;

пилот основного блока — Рональд Эванс;

пилот стыковочного модуля — Джек Лусма.

В 1973—1975 гг. наши космонавты побывали в Центре пилотируемых полетов им. Л. Джонсона под Хьюстоном, где ознакомились с устройством корабля «Аполлон» и техническими средствами Центра. В частности, они «опробовали» уже упомянутый выше переходный модуль.

Американские космонавты посетили Центр подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина. Изучались те системы корабля «Союз», которые будут работать во время совместного полета, в том числе, например, спускаемый аппарат и пульт управления корабля, система ориентации, радиосвязи, терморегулирования.

Для занятий было сделано десять телевизионных фильмов о корабле «Союз» и его системах с дикторским текстом на английском языке. После просмотра фильма лектор — специалист по тем или иным системам корабля — давал более подробные объяснения, отвечал на вопросы космонавтов. В процессе общения советских и американских космонавтов уделялось внимание изучению особенностей терминологии, употребляемой каждой из готовящихся к полету сторон, поскольку в случае возникновения сложных ситуаций дорога каждая секунда, для переспросов и объяснений времени не будет.

Американские астронавты ознакомились с медицинским обеспечением полета, с тем, как пользоваться про-

дуктами питания, которыми снаряжается корабль «Союз».

Большое место в подготовке космонавтов отводилось занятиям на тренажерах. С помощью электроники и автоматики на тренажерах космонавты отрабатывали весь полет — от «старта» до «приземления», отработаны были также нештатные ситуации. Например, при подготовке американских экипажей к полетам на тренажерах корабля «Аполлон» искусственно создавалось до 1500 отказов используемого в корабле оборудования. Во всех случаях задача состояла в том, чтобы в установленное время выявить неисправность и найти способ устранения.

В ЦПК им. Ю. А. Гагарина американские астронавты получили возможность потренироваться в стыковке «Союза» и «Салюта». Наши гости высоко оценили возможности советских тренажеров.

Комплексный тренажер космического корабля «Союз» позволяет отрабатывать следующие этапы полета: сближение, причаливание, стыковку, взаимный переход экипажей и ознакомление с оборудованием корабля, проведение научных экспериментов. В процессе обработки операций перехода космонавты тренируются во взаимодействии при работе с переносным оборудованием, а также получают практику ведения телерепортажей и кинофотосъемок.

Научная программа проекта ЭПАС

В 1973 г. во время очередных встреч советских и американских специалистов в Москве и Хьюстоне стороны обменялись предложениями о проведении ряда научных экспериментов при совместном полете. Этому предшествовала большая работа по их отбору. Так, например, в Институте космических исследований АН СССР была создана специальная экспертная группа ведущих ученых, в задачу которой входил отбор экспериментов. Было ясно, что каждое предложение должно представлять научный интерес для ученых обеих сторон и содержать условие необходимости участия экипажей кораблей «Союз» и «Аполлон».

В результате обсуждения были одобрены для совместного осуществления пять экспериментов: «Искусственное солнечное затмение», «Универсальная печь», «Ультрафиолетовое поглощение», «Зонаобразующие грибки» и «Микробный обмен».

Эксперимент «Искусственное солнечное затмение» был предложен советскими учеными и состоял в том, что с

«Союза» производилось фотографирование солнечной короны и «атмосферы» вокруг корабля «Аполлон», в то время как тот обеспечивал «затмение» Солнца. В связи с тем, что яркость короны в миллионы раз слабее яркости солнечного диска (поэтому она неразличима на фоне дневного неба), практически не существует возможности получения полной информации о короне, если не закрыть солнечный диск. Это происходит во время солнечных затмений, когда Луна закрывает диск Солнца, но такие явления происходят редко.

Съемки искусственного солнечного затмения производились автоматическим широкоформатным фотоаппаратом. Для контроля степени засветки корабля «Союз» от Солнца на «Аполлоне» велись киносъемки советского корабля. Позже эти киноплёнки были переданы в АН СССР для определения степени затененности иллюминатора «Союза», возникающей, в частности, от того, что поверхность корабля может «газить»: утечка газа из кабины, работа реактивных двигателей, унос микроскопических «пылинок» при разрушении конструкции — вокруг корабля образуется своеобразная «атмосфера». Это искажает физические характеристики окружающей среды, большинство из которых невозможно воспроизвести в наземных условиях.

Во время эксперимента «Солнечное затмение» было снято 125 кадров с интервалом в 3 с. Фотоплёнка была доставлена на Землю и передана в Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Академии наук СССР для анализа.

Эксперимент «Универсальная печь» был предложен американскими учеными. Материалы для экспериментов советские и американские ученые готовили совместно. Данный эксперимент предназначен для изучения влияния гравитации и конвекции на процесс затвердевания металлов. Внутри стыковочного модуля корабля «Аполлон» были установлены печь с электрическим нагревателем и пульт управления. Эксперименту подвергались различные системы материалов: алюминий и вольфрам — для исследований процессов получения материала из компонентов с различными удельными весами; германий и кремний — для определения возможности получения монокристаллов полупроводников; порошок алюминий — для исследования процесса кристаллизации порошковых материалов. Данные образцы помещали в специальные кварцевые ампулы, которые вставляли в патроны из нержавеющей

стали, герметично запаянные с обеих сторон. Эти патроны укладывали в специальные пеналы для доставки на орбиту «Союзом». После стыковки кораблей пеналы с образцами переносили в стыковочный модуль «Аполлона». Там патроны помещали в «универсальную печь» и подвергали нагреванию до температур от 700 до 1100° С. Максимальное время эксперимента — от момента загрузки патрона до его извлечения — 16 часов. После окончания технологического цикла пеналы в корабле «Союз» вернулись на Землю и были доставлены в Институт металлургии имени А. А. Байкова АН СССР. В Институте патроны были вскрыты и ампулы с результатами плавки подверглись тщательному рентгенодефектоскопическому анализу.

Эксперимент «Ультрафиолетовое поглощение» был предложен американскими учеными и предназначен для измерения концентрации кислорода и азота в космическом пространстве на высоте полета кораблей в 220 км. На этой высоте кислород находится в атомарном состоянии и его концентрация мало изучена. Что касается атомарного азота, то его плотность вообще неизвестна. Эксперимент заключался в том, что из источника, установленного на корабле «Аполлон», посылался сигнал на частотах атомарного кислорода и азота (длительность волн 1200, 1304 и 1456 Å) на один из трех уголковых отражателей, установленных на «Союзе», и после отражения возвращался на спектрометр «Аполлона». Различие в интенсивности посланного и принятого сигналов позволило определить поглощение, а затем уже подсчитать концентрацию атомов исследуемого вещества.

Было проведено три цикла измерений: «Аполлон» удалялся на 150 м (использовался первый отражатель), 500 м (использовался второй отражатель) и 1000 м (использовался третий отражатель). При этом корабли совершали сложные маневры для выполнения требуемой ориентации. Вся информация по этому эксперименту поступала в Центр управления в Хьюстоне, и ученые США произвели ее первичную обработку. В октябре 1975 г. материал был передан в Институт космических исследований АН СССР для последующей обработки.

Эксперимент «Зонаобразующие грибки» был предложен советскими учеными, которые обнаружили штамм лучистого грибка *Actinomyces levoris* Kras, обитающего в почве. Эксперимент проводился с целью изучения влияния совокупности факторов космического полета (невесомости, перегрузок, излучения) на основные биологи-

ческие ритмы живых существ: периодичность роста, развитие и деятельность клеток, смену форм их деятельности и размножение.

Грибок культивируется на твердой питательной основе. Космонавты невооруженным глазом могли наблюдать различие зон роста мицелия (прозрачные кольца) и зон спорообразования (выступающий вал белого цвета). Внешне кольца грибка напоминают срез дерева. У грибка удобный диапазон периодичности зонообразования — одна зона (кольцо) за сутки, он обладал также возможностью роста в герметически закупоренных чашках Петри (стеклянных сосудах). Для эксперимента советские специалисты разработали прибор «Ритм», где устанавливались две чашки Петри с грибками и пластиковые детекторы для регистрации потока тяжелых ядерных частиц.

Предполетное культивирование грибка проводилось в СССР и в США, что по времени составляло разницу примерно в 9 ч. За 7 суток до полета заправлялось около 200 чашек Петри, где высевалась культура грибка. С помощью светового облучения навязывался нужный ритм зонообразования по местному времени: с 9 часов утра до 21 часа — свет, с 21 часа до 9 часов утра — темнота. Этот ритм сохранялся во время полета и послепо-летной обработки.

В космические корабли «Союз» и «Аполлон» за 3–4 ч до старта устанавливали по два прибора «Ритм». По два прибора оставляли для наземного контроля. Во время полета космонавты через каждые 12 ч фотографировали грибки, а когда корабли состыковались, то экипажи обменялись одним из двух приборов. На местах посадок кораблей специалисты также сфотографировали грибки.

После окончания полета приборы «Ритм» были доставлены в возможно короткий срок в лаборатории. У нас исследования первичных культур грибка проводились в Институте биофизики АН СССР.

Эксперимент «Микробный обмен» был предложен практически одновременно советскими и американскими учеными и преследовал цель оценить характер и условия обмена микроорганизмами между членами экипажей разных кораблей, т. е. исследовать количественный и качественный состав микроорганизмов, обитающих на коже и слизистых оболочках космонавтов в процессе подготовки к полету, в самом полете и после его завершения. Помимо исследований микрофлоры космонавтов, детально

изучалась микрофлора внутренних поверхностей кораблей «Союз» и «Аполлон».

Для этого эксперимента советскими специалистами было разработано специальное оборудование, позволяющее брать микрофлору с покровных тканей космонавтов, а также с внутренних поверхностей космических кораблей во время полета, сохранить и доставить ее на Землю, где в лабораторных условиях провести детальные микробиологические исследования.

Хроника полета космических кораблей

14 июля 1975 г. По традиции на космодроме Байконур за день до старта экипаж корабля встречается с коллективом испытателей готовивших ракетно-космический комплекс к запуску. И на этот раз утром на стартовой площадке состоялась такая встреча. После беседы космонавты совершили круг почета, обойдя вокруг ракеты с кораблем, которые уже стояли на пусковом устройстве.

На космодром прибыл посол США в СССР У. Стессел с супругой.

15 июля. Истекают последние минуты перед стартом... звучат команды:

- Готовность одна минута! Повторяем: минутная готовность!
- Ключ на старт!
- Ключ на дренаж!
- Продувка!
- Пуск!
- Зажигание!
- Подъем!

В 15 часов 20 минут московского времени, точно в назначенное время, состоялся запуск корабля «Союз-19», который через 530 секунд будет на орбите искусственного спутника Земли.

Позывными космонавтов А. Леонова и В. Кубасова будет «Союз».

Руководители Коммунистической партии и Советского государства по прямой телевизионной связи наблюдали запуск с космодрома Байконур советского космического корабля «Союз-19».

На четвертом витке был проведен первый маневр для перехода на монтажную орбиту.

К сожалению, с борта «Союза» нет телевизионного репортажа, так как в телевизионной системе появилась неисправность*.

* В перечне нештатных ситуаций отказов в телевизионной системе на «Союзе» и осложнений при демонтаже стыковочного агрегата на «Аполлоне» не было. Реально сбылась мрачная шутка космонавтов: «В полете если и происходят отказы, то, как правило, такие, которые не были предусмотрены до полета».

Космонавты сняли скафандры и провели эксперимент «Зонаобразующие грибки». В 22 часа 30 минут московского времени стартовал «Аполлон». Теперь оба корабля в космосе, расстояние между ними около 6 тысяч километров.

Полет «Союз»—«Аполлон» привлек в Москву многих видных зарубежных обозревателей. Один из них, комментатор венгерского радио и телевидения, дал полету хорошее определение: «В космосе начинают совместно трудиться представители двух различных общественных систем. И именно поэтому люди планеты еще глубже осознают свою общность, ощущают, что они в конечном счете все — земляне».

16 июля.

Второй рабочий день советского экипажа начался в 9 часов. Между тем из Хьюстона сообщили что при сборке стыковочного механизма на Земле была допущена ошибка. В связи с этим экипажу «Аполлона» пока не удалось провести демонтаж стыковочного механизма.

«Союз» совершил второй маневр на орбите, за время которого на «Союзе» была устранена неисправность в телевизионной системе, проводился эксперимент «Зонаобразующие грибки», а на «Аполлоне» отремонтирован стыковочный механизм.

17 июля.

На 11 часов московского времени расстояние между советским и американским кораблями составляло около 1500 км. В 15 часов «Аполлон» начал проводить серию заключительных маневров сближения с «Союзом». 18 часов 50 минут «Аполлон» подошел к «Союзу» на 50 м. Получено согласие на стыковку... и в 19 часов 12 минут по московскому времени осуществлена стыковка советского космического корабля «Союз-19» и американского корабля «Аполлон».

Три часа на борту космического комплекса «Союз—Аполлон» шла подготовка к тому, чтобы открыть люки, разделяющие экипажи... И вот Т. Стаффорд и Д. Слейтон в «Союзе», где они вместе с А. Леоновым и В. Кубасовым услышали приветствие Леонида Ильича Брежнева: «От имени советского народа и от себя лично поздравляю Вас со знаменательным событием — первой стыковкой советского космического корабля „Союз-19“ и американского космического корабля „Аполлон“». Затем с приветствием к космонавтам обратился президент США Дж. Форд: «Ваш полет — это весьма важное событие и весьма серьезное достижение не только для Вас пятерых, но и для тысяч американских и советских ученых и технических специалистов...».

За время нахождения в «Союзе» (2 ч 30 мин) космонавты обменялись флагами своих стран, подписали свидетельства Международной федерации авиационного спорта о первой международ-

ной стыковке в космосе. А. Леонов передал Т. Стаффорд у флаг ООН, который был возвращен на Землю в корабле «Аполлон» и передан впоследствии в Организацию Объединенных Наций. После выполнения запланированных экспериментов «Зонообразующие грибки» и «Универсальная печь» и товарищеского ужина американские космонавты вернулись в свой корабль.

18 июля.

В этот день состоялось три визита: В. Бранд переходил в «Союз», а А. Леонов — в «Аполлон»; А. Леонов и Т. Стаффорд переходили в «Союз», а В. Кубасов и В. Бранд — в «Аполлон»; космонавты перешли каждый в свой корабль.

В. Кубасов и В. Бранд рассказывали телезрителям о совместной работе и познакомили с космическим меню на корабле «Союз». А. Леонов соединил металлические платы, доставленные обоими кораблями, в единую памятную доску, символизирующую советско-американское сотрудничество в космосе. Эта плата была вручена на Земле главам государств двух стран. Космонавты обменялись семенами деревьев, чтобы после возвращения на Землю посадить их в своих странах.

В 20 часов 30 минут была проведена первая международная космическая пресс-конференция, когда члены экипажей отвечали на вопросы журналистов из пресс-центров Москвы и Хьюстона. Пресс-конференцию, как было подсчитано, видел и слышал миллиард жителей Земли.

Были проведены эксперименты «Зонообразующие грибки» и «Микробный обмен».

19 июля.

Утром А. Леонова вызвал на связь его дублер А. Филипченко. Командир «Союза» сказал: «У нас сегодня напряженный день — расстыковка, эксперименты „Солнечное затмение“ и „УФ-поглощение“, повторная тестовая стыковка и расстыковка».

13 часов 40 минут. А. Леонов и В. Кубасов надевают скафандры, переходят в спускаемый аппарат и докладывают в подмосковный Центр управления: «К расстыковке готовы».

Каждый виток вокруг Земли для «Союза» и «Аполлона» был чем-то памятен. И если тридцать шестой будет напоминать нам о том, как два посланца разных континентов превратились в единый орбитальный комплекс, то виток шестьдесят пятый будет памятен тем, что на нем произошла расстыковка.

20—21 июля.

Советские космонавты наблюдали и фотографировали отдельные участки земной поверхности для решения народнохозяйственных задач, провели ряд односторонних научных экспериментов и готовили корабль «Союз» к спуску на Землю.

21 июля в 12 часов экипаж надел скафандры и перешел в спу-

скаемый аппарат... в 13 часов 10 минут включился тормозной двигатель... в 13 часов 17 минут спускаемый аппарат вошел в плотные слои атмосферы... в 13 часов 51 минуту включились двигатели мягкой посадки и спускаемый аппарат «Союза» опустился на Землю... 13 часов 55 минут — открывается люк спускаемого аппарата и из него выходят Валерий Кубасов и Алексей Леонов.

Получив сообщение о приземлении корабля «Союз-19», американские космонавты поздравили своих советских партнеров по совместному эксперименту с успешным завершением программы.

Экипаж «Аполлона» продолжал выполнение научных экспериментов в рамках автономной программы.

23 июля А. Леонов и В. Кубасов возвратились в Звездный городок. 24 июля в подмосковный Центр управления приехал экипаж «Союз-19», чтобы посмотреть на эйдифоре (экране) посадку «Аполлона». В 23 часа 38 минут включился тормозной двигатель американского корабля, и 25 июля в 0 часов 18 минут «Аполлон» благополучно приводнился в Тихом океане.

Так была успешно завершена программа ЭПАС. Труд советских и американских коллективов увенчался успехом.

И как нельзя кстати здесь можно привести слова основоположника космонавтики К. Э. Циолковского: «Человечество обретает всемирный океан, дарованный ему как бы нарочно для того, чтобы связать людей в одно целое, в одну семью...».

Глава 5

СОВЕТСКО-ФРАНЦУЗСКИЙ ПИЛОТИРУЕМЫЙ ПОЛЕТ

Важным шагом в плодотворном сотрудничестве Советского Союза и Франции в освоении космического пространства в мирных целях стало успешное выполнение программы совместных исследований и экспериментов на борту орбитального комплекса «Салют-7» — «Союз Т-6» международным советско-французским экипажем.

В развитие договоренности на высшем уровне об участии французского космонавта в одном из советских космических полетов в октябре 1979 г. в Москве состоялось первое совещание специалистов обеих сторон. Были созданы две рабочие группы: по отбору и подготовке космонавтов; по научной программе полета.

Французская сторона выразила пожелание начать отбор кандидатов в космонавты из представителей обоих

полов. Принимая во внимание необходимость обеспечения наилучшего выполнения научной программы, стороны договорились возложить на французского космонавта функции космонавта-исследователя.

Делегации исходили из того, что полет французского космонавта будет проходить в течение 8 дней (1 день — на борту космического корабля типа «Союз» и 7 дней — на борту орбитальной станции типа «Салют») и он будет реализован в середине 1982 г.

Группа по отбору и подготовке кандидатов обсудила программу и методики медицинского отбора кандидатов в космонавты и сделала вывод, что методики, принятые для этих целей во Франции, в основном соответствуют советским методам отбора. Необходимо было только дополнить их отдельными исследованиями, которые и были рассмотрены совместно специалистами обеих сторон. Французские специалисты были ознакомлены с оборудованием и аппаратурой, применяемой при отборе, а также с системой медицинского контроля при подготовке и полете.

Было решено, что отбор кандидатов проводится французской стороной. В случае необходимости отдельные медицинские тесты могут быть проведены в СССР. На заключительном этапе отбора во Франции проводится совместно с советскими специалистами обсуждение результатов медицинского освидетельствования.

Советские и французские специалисты *группы по научной программе полета* обсудили в предварительном порядке научные эксперименты, которые могли бы быть проведены в процессе совместного полета французского и советского космонавтов.

Обсуждение проводилось в двух подгруппах: а) космическая физика, изучение природных ресурсов Земли и космическое материаловедение; б) космическая биология и медицина.

В результате обсуждения все эксперименты (а их было более 30) были классифицированы на три категории: эксперименты, которые могут быть приняты к дальнейшей проработке (без оценки их научной приоритетности); эксперименты, которые могут быть приняты к дальнейшей проработке при условии получения дополнительных уточнений; эксперименты, которые представляют научный и практический интерес и могут быть продолжены в рамках перспективной программы советско-французского сотрудничества.

Национальный центр космических исследований Франции (КНЕС) уже осенью 1979 г. объявил набор кандидатов к предстоящему совместному полету. В выпущенном КНЕСом информационном документе говорилось, что кандидатом в космонавты может стать и мужчина, и женщина. Кандидаты должны быть французской национальности в возрасте от 25 до 45 лет, иметь диплом о высшем образовании и по меньшей мере двухлетний стаж профессиональной работы. Отмечалось также, что кандидаты должны уметь четко излагать мысли, быть интеллектуально развиты и коммуникабельны, легко вести беседу и т. д., так как в последующем космонавт будет связан с активной деятельностью общественного плана.

Два комитета занимались рассмотрением этих документов: медицинский и научный.

Медицинский отбор проводился клиницистами из Главного центра медицинской экспертизы летного состава в декабре 1979 г.—январе 1980 г. Следует пояснить, что методикой медицинского обследования кандидатов предусмотрено три этапа работ, аналогичные описанным в главе 1; в разделе об отборе кандидатов по программе «Интеркосмос».

Первые два этапа были проведены во Франции, третий этап требовал специального технического оснащения, особого опыта медицинского обследования, поэтому он и проводился в Советском Союзе.

В *научный комитет* входили ученые, инженеры и сотрудники аппарата КНЕСа. В задачу этой группы входила обязанность выяснить общую компетентность и личную пригодность кандидатов. Комитет работал в январе-феврале 1980 г.

Было организовано три серии собеседований со всеми кандидатами, которых рекомендовала медицинская группа, с тем чтобы оценить общую подготовленность для выполнения задач экспедиции, научную компетентность и лингвистические способности.

Первая серия собеседований состоялась с группой экспертов, в основном не работающих в КНЕСе, но являющихся представителями научной космической общественности. Эти беседы имели целью судить не об уровне полученных знаний, а об интересе к науке и возможности быстро приобщиться к новым темам.

Вторая серия собеседований состоялась с группой специалистов КНЕСа, включавшей инженеров, ученых, а также специалистов по международным связям, инфор-

мации общественности и по административным вопросам. Цель их — оценить мотивы и, в частности, определить способность кандидатов выполнять представительскую функцию.

Третья серия собеседований была организована со специалистами по языковому обучению, с тем чтобы проконтролировать способность кандидатов к усвоению иностранных языков.

Известно, что первоначально было подано 430 заявлений. После предварительного изучения на рассмотрение комитетов было оставлено 196 возможных кандидатов, среди которых было 26 женщин.

К 1 марта 1980 г. было отобрано пять кандидатов (из них — одна женщина), с тем чтобы начать подготовку во Франции, в программу которой входило изучение русского языка, ознакомление с космической техникой и составом научных экспериментов, обучение прыжкам с парашютом.

В конце апреля 1980 г. в Париж прибыла группа советских медиков из Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина и Института медико-биологических проблем Минздрава СССР. Специалисты обеих сторон констатировали, что французская сторона закончила клинические и психологические обследования кандидатов. К большому сожалению специалистов, Франсуаза Варниер, специалист по оптике в Марсельском университете и инструктор по планеризму, пришла на комиссию с гипсовой повязкой на ноге. Дело в том, что при прыжках с парашютом она неудачно приземлилась и у нее произошел перелом левой малоберцовой кости, что требовало продолжительного лечения и не позволило ей принять участие в третьем этапе медицинских обследований.

Советские специалисты были ознакомлены с результатами обследований четырех французских кандидатов. Все они успешно прошли третий этап, и Главная медицинская комиссия подписала заключение об их допуске к тренировкам.

8 сентября 1980 г. в Звездный городок прибыли два кандидата в космонавты — Жан-Лу Кретьен и Патрик Бодри.

При подготовке космонавтов можно выделить два основных этапа: общекосмический и летно-космический (для непосредственной подготовки к полету). Описание этих этапов подготовки уже давалось. Единственное отличие от подготовки международных экипажей с участи-

ем космонавтов социалистических стран заключалось в том, что специализированная летная подготовка французских кандидатов проводилась во Франции, а не в Звездном городке. Это было вызвано двумя причинами: во-первых, не имело смысла переучивать французских летчиков к полетам на новой для них советской авиационной технике, во-вторых, чтобы не дисквалифицироваться в летной практике, они обязаны иметь налет в часах ежегодно на тех самолетах, на которых они летали раньше и будут летать после окончания занятий в Звездном городке (по крайней мере, один из них в случае возвращения на службу в авиацию).

В июне 1981 г. кандидаты в космонавты из Франции успешно сдали сложные зачеты по программе первого этапа подготовки и вернулись на родину. Помимо положенного отдыха, они летали на «Миражах» и посетили научные лаборатории, где разрабатывались научные эксперименты к предстоящему полету.

В начале сентября они вновь приехали в Звездный городок, чтобы приступить ко второму, основному этапу подготовки. На данном этапе занятия проводились в составе экипажей по программе предстоящего полета.

В отличие от полетов по программе «Интеркосмос», советско-французский полет намечено было осуществить на новой модификации космического корабля — «Союз Т», где экипаж состоял уже из трех космонавтов. В октябре 1981 г. встал вопрос о назначении экипажей. Как обычно, было назначено два экипажа. Основной экипаж: командир — Герой Советского Союза полковник Ю. В. Малышев, бортинженер — Герой Советского Союза А. С. Иванченков, космонавт-исследователь — подполковник Жан-Лу Кретьен. Дублирующий экипаж: командир — Герой Советского Союза полковник Л. Д. Кизим, бортинженер — В. А. Соловьев, космонавт-исследователь — майор Патрик Бодри.

Юрий Малышев был командиром первого пилотируемого корабля серии «Союз Т» и дал путевку в жизнь кораблям новой серии, одному из которых предстояло чуть более чем через полгода доставить на борт станции «Салют» советско-французский экипаж. Но случилось непредвиденное — на завершающем этапе подготовки он заболел. Быстро поправиться ему не удалось, и в связи с этим его пришлось заменить космонавтом В. А. Джанибековым, так как сроки полета были жестко определены.

Таким образом в основной экипаж были назначены космонавты В. А. Джанибеков (командир корабля), А. С. Иванченков (бортинженер) и космонавт-исследователь Жан-Лу Кретьен.

Дважды Герой Советского Союза Владимир Александрович Джанибеков родился в 1942 г. В отряд космонавтов зачислен в 1970 г. Свой первый космический полет совершил в 1978 г. в качестве командира корабля «Союз-27» и первого экипажа посещения станции «Салют-6». Вторым полетом он совершил по программе «Интеркосмос» в качестве командира корабля «Союз-39», доставившего на станцию «Салют-6» советско-монгольский экипаж (1981 г.).

Александр Сергеевич Иванченков родился в 1940 г. Свой первый космический полет провел вместе с В. В. Коваленком в составе второй основной экспедиции на борту станции «Салют-6» в 1978 г. Космонавты проработали в космосе 140 суток, приняли два международных экипажа.

Жан-Лу Кретьен родился в 1938 г. в городе Ла-Рошель. В 1962 г. закончил военно-воздушную школу. Служил в военно-воздушных силах Франции. В 1970 г. закончил французскую школу летчиков-испытателей.

Сплочение экипажей началось с морских испытаний, во время которых отрабатывались действия космонавтов в случае посадки на воду. Освоили французские летчики новый для себя советский самолет Ил-76, но не в качестве пилотов, а уже в качестве космонавтов. На борту этого нового самолета-лаборатории Центра подготовки космонавтов отрабатывались действия экипажей в условиях невесомости, которая создается во время «провала» с так называемых «горок». Прежний самолет-лаборатория Ту-104 позволял делать пять «горок», а Ил-76 — пятнадцать, причем продолжительнее. Поэтому у французских летчиков была возможность в полной мере ощутить те чувства, которые им предстоит испытать на космической орбите. Оба хорошо выдержали испытание невесомостью.

Как уже говорилось, параллельно велась очень напряженная работа специалистов и ученых по подготовке научной программы полета. Велась работа по подготовке эксплуатационно-технической документации, проводились совместные испытания аппаратуры в лабораторных условиях и в комплексе с системами станции.

Следует отметить, что французские специалисты установили следующую ранжировку в приоритетности направ-

лений исследований: медико-биологические эксперименты; эксперименты по космическому материаловедению; астрофизические эксперименты.

В первую группу вошло четыре эксперимента: «Эхография», «Попа», «Цитос-2» и «Биоблок-3».

Медико-биологические эксперименты

Эксперимент «Эхография». Цель эксперимента — изучение сердечно-сосудистой системы человека, а именно: исследование влияния невесомости на распределение линейного и объемного кровотока в крупных сосудах человеческого тела;

исследование объемов сердца, насосной и сократительной функции миокарда в остром периоде адаптации человека к невесомости;

исследование сердечной деятельности и кровотока в сонной артерии при искусственном депонировании крови в нижней части тела в условиях невесомости;

изучение венозного кровообращения в крупных сосудах и полостях сердца.

Эксперимент подготовлен Биофизической лабораторией при медицинском институте в г. Туре, Лабораторией физиологии мозгового кровообращения Тулузского университета и Институтом медико-биологических проблем Минздрава СССР.

Согласно распространенной гипотезе замеченные у космонавтов нарушения в деятельности сердца в значительной мере связаны с отмеченным перераспределением крови, которое может приводить к увеличению кровенаполнения сердца, а также повышению давления в его полостях. В результате этого в условиях невесомости (особенно в первые часы и сутки) сердце, по-видимому, работает в условиях относительной нагрузки.

Несмотря на то, что изучению влияния фактора невесомости на сердечно-сосудистую систему космонавтов уделялось особое внимание, отдельные вопросы этой проблемы остаются недостаточно изученными. Это в значительной степени связано с тем, что до последнего времени при обследовании космонавтов в ходе полета, как правило, использовались косвенные, расчетные методы, информативность и точность которых ограничены.

В эксперименте использовались методы ультразвуковой эхолокации и доплерграфии сердца и магистральных сосудов, с помощью которых можно оценить изменение

основных показателей, характеризующих насосную и сократительную функцию сердца, а также скорость кровотока в крупных сосудах и их геометрические размеры.

Комплект аппаратуры «Эхограф» разработан французскими специалистами, профилактический комплект «Пневматик» — советскими специалистами. «Эхограф» состоит из двух блоков: «Эхограф-А» и «Эхограф-Б». «Эхограф-А» — основной блок аппаратуры, который обеспечивает подключение датчиков, выбор программы регистрации, управление работой всего комплекта, усиление и преобразование регистрируемой информации. В «Эхограф-Б» входят видеомонитор, видеомагнитофон, укладка с датчиками, электродами, видеокассетами. Комплект «Пневматик» представляет собой пережимные бедренные манжеты для депонирования (перераспределения) крови в нижних конечностях.

За время полета эксперимент проводится несколько раз как в состоянии покоя, без профилактического комплекта «Пневматик», так и с ним (функциональная проба). При обследовании в состоянии покоя регистрировались объемная скорость кровотока в общей сонной, внутренней сонной и бедренной артериях, яремной и бедренной венах; одномерная эхокардиограмма аорты, митрального клапана и левого желудочка сердца, а также двухмерная эхокардиограмма сердца по продольной и поперечной осям на уровне митрального клапана.

При выполнении функциональной пробы с депонированием крови в нижних конечностях регистрировались объемная скорость кровотока в общей сонной артерии и яремной вене; эхокардиограмма левого желудочка сердца на уровне хорд митрального клапана.

При наличии свободного времени в покое проводилась регистрация линейной скорости кровотока в плечевой и лучевой артериях, кровенаполнения нижней полой, воротной и печеночной вен, а при проведении функциональной пробы — эхокардиограммы аортального и митрального клапанов сердца.

Исследования проводились в три этапа: до полета, во время полета и после полета. Необходимо было проводить их в одно и то же время суток, через 1,5—2 ч после приема пищи, им не должны были предшествовать физические и другие нагрузки, оказывающие влияние на состояние системы кровообращения.

Эхокардиографическое исследование проводилось французским космонавтом на себе. Советский космонавт ока-

зывает ему помощь в подготовке и регулировке аппаратуры и ведении протокола обследований.

Данные исследований во время полета передавались со станции на Землю по телеметрической системе и регистрировались на видеокассеты (две видеокассеты массой 2 кг были возвращены на Землю с международным экипажем).

Эксперимент «Поза». Цель эксперимента — изучение взаимодействий органов чувств и двигательной системы при контроле положения тела космонавта во время полета, а именно: изучение возникающих в условиях невесомости изменений сенсомоторного взаимодействия, обеспечивающего координацию мышечной активности при выполнении произвольного движения; исследование роли зрения, в частности периферического зрения, в управлении движениями в этих условиях, анализ течения процесса адаптации сенсомоторной системы к условиям невесомости.

Эксперимент предложен Лабораторией нейросенсорной физиологии Национального центра научных исследований в Париже и готовился при участии Института проблем передачи информации АН СССР.

Произвольные движения человека обеспечиваются координированным сокращением большого числа мышц. Для выполнения определенного движения требуется сокращение определенных мышц в определенной последовательности и с определенной силой. Однако программа сокращения мышц для выполнения одного и того же движения не является раз и навсегда заданной, а зависит от того, в каких условиях оно выполняется. Так, например, одно и то же движение рукой будет выполняться по-разному в зависимости от того, в каком положении находится рука, в какой позе тело, каковы при этом внешние силы и т. д. Поэтому при формировании программы движения должна учитываться информация о конфигурации тела и его положении по отношению к внешним объектам и к внешнему силовому полю. Такая информация поступает от многочисленных рецепторов различных сенсорных систем — зрительной, вестибулярной, системы мышечно-суставной и поверхностной чувствительности.

Все естественные навыки человека сформировались при нормальной гравитации. В этих условиях функционируют и перечисленные сенсорные системы. В условиях невесомости такой привычный сенсорный комплекс может

видоизмениться. Вестибулярная, мышечно-суставная и поверхностная чувствительность, вероятно, дают измененную по сравнению с наземными условиями информацию, в меньшей степени изменяется зрительное отображение положения тела относительно окружающих объектов. В результате может возникнуть рассогласование сенсорных систем, которое может стать одной из причин расстройств координации движений.

Исследование изменений сенсомоторного взаимодействия в условиях невесомости, а также течения процесса адаптации сенсомоторной системы к этим условиям ранее не проводилось.

В эксперименте «По́за» в качестве двигательной задачи выбран быстрый подъем руки, выполняемый в положении стоя. Такое движение, во-первых, является естественным, простым и, во-вторых, хорошо изучено в наземных условиях. Характерной особенностью такого движения является то, что в его осуществлении участвуют не только мышцы руки, но и мышцы, обеспечивающие поддержание позы, прежде всего мышцы ног. Особый интерес представляет то обстоятельство, что активность мышц ног при этом движении зависит и от состояния зрительной системы. В частности, она меняется при исключении периферического зрения за счет специальных очков, в которых видимой остается лишь небольшая область в центре поля зрения.

Таким образом, задача эксперимента «По́за» состоит в изучении активности мышц ног при выполнении движения подъема руки в различных условиях.

Обследовался французский космонавт. Ноги жестко фиксировались на тележке, и варьировался зрительный контроль, положение тела, наличие и отсутствие дополнительной массы. Всего использовалось 13 вариантов эксперимента.

В проведении обследований участвовали два советских космонавта. Один из них осуществлял страховку французского космонавта на случай чрезмерных отклонений тела, другой снимал все на кинокамеру.

Параметры исследований фиксировались аппаратурой «Регистратор». Кассеты с магнитной лентой и киносъемкой вернули на Землю.

Эксперимент «Цитос-2». Его целью было изучение изменений свойств микроорганизмов в условиях космического полета, а также их чувствительности к различным антибиотикам.

В эксперименте использовался термостат, изготовленный французскими специалистами. В рабочую камеру термостата помещается специальный «Вкладыш». Он выполнен в виде сборки из 6 кассет, установленных в корпусе и зафиксированных в нем. В каждую из кассет уложено 8 двухсекционных культивационных камер («берлинго»), изготовленных в виде двухслойных пакетов из полиэтиленовой пленки. В каждой секции находится питательная среда с антибиотиком и стеклянная ампула с микроорганизмами. Специальное устройство «Вкладыша» в определенное время полета разрушает ампулы, в результате чего микроорганизмы попадают в питательную среду и начинают размножаться. Прозрачные крышки кассет позволяют в процессе эксперимента наблюдать изменение цвета питательной среды. Об эффективности воздействия антибиотика на микроорганизм свидетельствуют рост или отсутствие роста культур, характеризующиеся изменением цвета среды в культивационной камере. В случае роста микроорганизма цвет среды изменяется от красного к оранжевому и желтому. Если окраска питательной среды не изменяется, значит роста микроорганизма не происходит и к данной концентрации антибиотика культура микроорганизма чувствительна.

После завершения эксперимента «Вкладыш» с кассетами возвратили на Землю, где в микробиологической лаборатории провели дальнейшие исследования. Одновременно с полетным экспериментом проводился контрольный синхронный эксперимент на Земле.

Научную программу эксперимента подготовили Лаборатория космической биологии в Тулузе (Франция) и Институт медико-биологических проблем Минздрава СССР.

Эксперимент «Биоблок-3» предназначен для исследований биологического действия тяжелых заряженных частиц (ТЗЧ) в зависимости от физических параметров и локализации мест их попадания в биологические структуры для оценки радиационной опасности при длительных космических полетах.

Специфическим фактором в условиях космического полета является воздействие тяжелых заряженных частиц. Особенное значение этот фактор приобретает при осуществлении длительных полетов. Для получения достоверных оценок опасности воздействия ТЗЧ и составления прогнозов радиационных поражений при различных длительностях полета необходимо всестороннее исследо-

вание особенностей действия ТЗЧ на различные биологические системы. С этой целью проводятся модельные радиобиологические исследования на ускорителях заряженных частиц, а также в условиях космического полета. Результаты этих исследований показывают, что следствием воздействия ТЗЧ на биологические объекты являются серьезные структурные нарушения, приводящие в ряде случаев к нарушению процессов постадийного развития простейших животных и проростков семян. Однако к настоящему времени накоплено недостаточное количество фактического материала для выдачи обоснованных рекомендаций.

В качестве биологических объектов в эксперименте использовались семена салата, табака, цисты *Artemia salinae*.

В качестве физических детекторов в эксперименте использовались трековые детекторы из нитрата целлюлозы и поликарбоната, ядерные фотоэмульсии (ЯФЭ), термолуминесцентные детекторы (ТЛД) на основе фтористого лития и стекла.

Аппаратура, используемая для проведения эксперимента, представляет собой две одинаковые сборки «Биоблок» — советскую и французскую, выполненные в виде параллелепипеда. Сборка «Биоблок» представляет пакет из чередующихся в единой координатной системе слоев диэлектрических детекторов и слоев биологических объектов, заключенных в пластины-держатели. Вес одной такой сборки — 0,8 кг. «Биоблок-3» состоял из шести сборок и устанавливался непосредственно на станции, с тем чтобы советско-французский экипаж мог возратить с собой на Землю пару сборок. Программой эксперимента предусматривалось провести три этапа по продолжительности экспонирования: около двух месяцев, 4—6 месяцев и до одного года. В конце каждого этапа две сборки возвращались на Землю для последующей обработки.

Научную программу эксперимента подготовили Лаборатория растительной радиобиологии Университета в Монпелье и Институт медико-биологических проблем Минздрава СССР.

Эксперименты по космическому материаловедению

По космическому материаловедению было проведено четыре эксперимента: «Калибровка», «Ускорение», «Диффузия» и «Ликвация».

Отличительными свойствами космического пространства являются, с одной стороны, отсутствие силы тяжести и атмосферы, с другой — наличие различных излучений. Фактор отсутствия силы тяжести, как полагают, должен внести значительные изменения в поведение жидких веществ. Проведенные до советско-французского полета эксперименты показали существенное влияние различных эффектов невесомости на большое количество классических процессов в материаловедении. Физические механизмы явлений, происходящих в невесомости, не поддавались математическому описанию.

Проводящиеся в настоящее время работы пока относятся в большей степени к вопросам фундаментальных исследований, направленных на лучшее понимание механизмов затвердевания и кристаллизации. Очень часто они касаются материалов исключительной технологической важности (полупроводники, сверхпроводники, магнитные материалы). Не исключается, что со временем в космосе смогут работать и промышленные установки.

Научную программу этой группы экспериментов подготовили Национальный центр ядерных исследований в Гренобле, Лаборатория термодинамической и термофизической металлургии при Университете в Гренобле, Институт космических исследований АН СССР и Институт электроники.

Целью эксперимента «Калибровка печи „Магма“» было изучение во время полета тепловых характеристик печи «Магма» советской установки «Кристалл». Эти данные необходимы для уточнения конвективной составляющей теплопереноса в трубчатых печах, работающих в условиях замкнутых отсеков космических орбитальных станций. Кроме того, сравнение математических тепловых моделей печи «Магма» по результатам, полученным в условиях космоса и на Земле, дало новую информацию об отличительных особенностях теплопереноса в газовых средах, это в свою очередь позволило оптимизировать программу наземной экспериментальной обработки новых технологических экспериментов.

Сущность эксперимента заключалась в измерении термического профиля печи в различных режимах ее работы.

Французская сторона изготовила электронный блок для регистрации данных о температуре и мощности печи, а также имитатор капсулы. При этом имитатор делался двух видов: один — для экспериментов кристаллизации из жидкой фазы, другой — для экспериментов кристалли-

зации из паровой фазы. Подлежали регистрации измерения и записи температуры в 14 разных точках печи и капсулы.

Космонавты в процессе эксперимента загружали капсулы в печь, включали установку, проводили тестовую проверку, осуществляли программу и контроль за работой установки. По окончании эксперимента капсулы извлекались и возвращались на Землю.

Цель эксперимента «Ускорение» — измерение абсолютного ускорения на борту станции во время материаловедческих экспериментов в печи «Магма».

Французская сторона изготовила датчики ускорения (акселерометры с чувствительностью $5 \cdot 10^{-6} g$) и блок электроники. Данные по измерению ускорений вблизи печи «Магма» передавались через телеметрическую систему станции и фиксировались аппаратурой «Регистратор» (магнитную пленку возвратили на Землю).

Цель эксперимента «Диффузия» — уточнение коэффициентов диффузии меди, контактирующей с расплавом свинца при различных температурах. Сравнение результатов космических экспериментов с земными позволит оценить влияние локальной конвекции (в непосредственной близости от границы твердого тела) на диффузионный перенос вещества в жидкой фазе. Эти данные уточнят наши познания о явлениях зародышеобразования, кристаллизации и спекания.

В невесомости, с потерей силы тяжести, меняет свой характер конвекция — беспорядочное перемешивание разных по температуре потоков жидкости или газа. Роль диффузии — постепенного взаимопроникновения, внедрения одного вещества в другое, — напротив, становится более заметной.

Эксперимент проводился на советской электронагревательной установке «Кристалл», капсулы с экспериментальными материалами были подготовлены французскими специалистами. Свинец и медь нагревались до температуры, при которой расплавляется свинец, а медь оставалась в твердом состоянии. В течение нескольких часов сплав выдерживался при этой температуре, затем охлаждался. По измерению кривизны межфазовой поверхности (раковины), образующейся на границе двух элементов, определялись параметры диффузии.

Целью эксперимента «Ликвация» было исследование процессов коалесценции (слияние капель жидкости или пузырьков газа при их соприкосновении), диспергирован-

ного (измельченного) индия в расплаве алюминия и кристаллизации диспергированных структур несмешивающихся жидких металлов при разных скоростях охлаждения. В земных условиях создать такие композиции невозможно из-за так называемой ликвации элементов (неоднородности химического состава сплава, возникающей при его кристаллизации).

Предполагалось, что результаты этого эксперимента будут представлять как научный, так и большой практический интерес для получения композиционных материалов нового класса, состоящих из элементов с существенно различными плотностями и температурами плавления.

Эксперимент проводился на советской электроплавильной установке «Кристалл». Французские специалисты поставляли капсулы с экспериментальными материалами. На основе полученных результатов специалисты рассчитывали усовершенствовать наземную технологию производства перспективных композиционных материалов.

Астрофизические эксперименты

В третью группу вошли эксперименты: ПСН, ПИРАМИГ и «Сирень».

Важное место в космических исследованиях занимают визуально-инструментальные наблюдения и измерения атмосферно-оптических явлений на дневной, сумеречной и теневой сторонах Земли. Большую роль при проведении этих исследований сыграли визуальные наблюдения советских космонавтов.

Целый комплекс экспериментов, связанных с исследованием атмосферно-оптических явлений, был выполнен основными экипажами орбитальной научной станции «Салют-6».

В настоящее время из космоса уже получена обширная информация о разнообразных свойствах атмосферы Земли. Но эти исследования продолжаются. В частности, программой совместного советско-французского полета при помощи фотокамер ПИРАМИГ и ПСН предусматривалось выполнить эксперименты по изучению свечения атмосферы Земли, межпланетной пыли, а также объектов за пределами Солнечной системы — туманностей и галактик.

*Эксперименты ПИРАМИГ и ПСН*¹. Камера ПИРАМИГ разработана специально для эксперимента на станции.

¹ Аббревиатуры французских слов.

«Салют-7». Она обладает очень высокой чувствительностью, что дает возможность существенно уменьшить длительность экспозиции, доведя ее до секунд и долей секунд (для камеры ПСН — нескольких минут). Фотографирование производится на черно-белую пленку. Имеется набор сменных светофильтров.

Атмосферные явления — первый объект наблюдений. При изучении верхней атмосферы главное внимание направлено на свечение возбужденных радикалов гидроксила OH, сосредоточенное в инфракрасной области спектра. Известно, что свечение возникает в верхней атмосфере Земли на высотах 85—100 км в результате главным образом химической реакции озона с атомом водорода, в процессе которой образуется радикал гидроксила в возбужденном состоянии. Спектр этого свечения представляет собой сложную систему молекулярных полос, простирающуюся от видимой области спектра до длин волн в несколько микрон.

Наблюдения свечения межпланетной пыли — следующий объект наблюдений. Пылинки составляют облако, концентрирующееся в плоскости эклиптики (земной орбиты). До сих пор не вполне ясно, какие процессы пополняют пылевое облако и не дают ему рассеяться в пространстве. По-видимому, межпланетная пыль пополняется за счет распада астероидов и ядер комет. Поскольку пылинки рассеивают солнечный свет, их можно наблюдать.

Астрономические объекты за пределами Солнечной системы (центральные области нашей Галактики и другие галактики) — третий объект наблюдений. Фотографирование производится в четырех спектральных областях, однако в данном случае нас интересует инфракрасная, так как зафиксировать ее с Земли очень трудно. Широкое поле зрения камеры дает возможность исследовать структуру протяженных туманностей.

ПСН — фотоаппарат, производящий съемку на цветную обратимую пленку. Цветное фотографирование наглядно показывает изменения спектрального состава излучения, когда наблюдаются большие вариации цвета.

Эксперимент ПСН предусматривал фотографирование ночного неба, полярных сияний, зодиакального света, а также изучение пылевых облаков в межпланетной среде и излучения верхней атмосферы Земли на высотах 80—350 км.

Эксперимент проводился по двум программам: астрономической и геофизической. По астрономической программе исследовался зодиакальный свет на различных эклиптических долготах и широтах. Геофизическая программа предусматривала наблюдение полярных сияний, молний, свечения верхней атмосферы.

Эксперименты подготовлены с одной стороны Лабораторией космической астрономии в Марселе, Службой астрономии Национального центра научных исследований Франции, Парижским астрофизическим институтом и Парижским астрономическим институтом, с другой стороны — Институтом космических исследований АН СССР; Институтом земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР и Бюраканской астрофизической обсерваторией АН Армянской ССР.

В результате этих экспериментов ученые получают важную информацию, необходимую для понимания природы небесных объектов, что приблизит нас к разгадке механизма образования звезд и звездных систем.

Эксперимент «Сирень» — спектрометрические исследования рентгеновских источников. Предназначен для исследования рентгеновского излучения в широком диапазоне энергий от 2 до 600 кэВ. Измерение спектров рентгеновских источников должно позволить определить их природу.

Космонавт с помощью блока управления подавал определенный набор команд на прибор «Сирень», вручную устанавливал номер сеанса наблюдений: день, час и минуты. Получаемая научная информация, во-первых, могла передаваться на Землю с помощью телеметрической системы станции и, во-вторых, записываться на магнитофон «Регистратор».

Аппаратура весит более 90 кг, была доставлена на станцию в 1984 г. Эксперимент был осуществлен советскими космонавтами.

Отметим, что французской стороной был изготовлен автономный бортовой «Регистратор» для регистрации научных данных по экспериментам «Поэза», по материаловедению и «Сирень». Регистратор включает в себя два блока: первый — для регистрации данных по экспериментам со скоростью 2500 бит/с; второй — для регистрации данных со скоростью 10 000 бит/с. Научная информация записывается на магнитофон в цифровой форме.

Участие французского космонавта в экспериментах, подготовленных советской стороной

Таких экспериментов было пять: «Браслет», «Нептун», «Марс», «Анкета» и «Микробный обмен».

«Браслет» — изучение возможности нормализации кровообращения и тем самым улучшения самочувствия космонавтов в остром периоде адаптации и оценка профилактического устройства «Браслет». Устройство представляет собой индивидуальные бедренные пережимные манжеты из эластичного упругого материала с фиксирующим поясом, надеваемые поверх полетного костюма.

«Нептун» — исследование глубинного зрения и разрешающей способности глаза при различных уровнях освещенности в условиях космического полета. Исследования проводились с помощью портативного оптического прибора «Нептун» с двумя сменными насадками «Глубинное зрение», «Острота зрения» и таблицы контроля остроты зрения.

«Марс» — изучение характера и механизмов утомления зрительного анализатора у космонавтов в полете. Сущность метода заключалась в выравнивании яркости фонов двух объектов при наблюдении их через двоякопреломляющую призму и поляриод.

«Анкета» — изучение симптоматиологии вестибулярных расстройств в полете и в период реадaptации, а также попытка выявить определенные связи с чувствительностью к вестибулярным раздражителям в предполетных условиях. Для этого был подготовлен специальный перечень вопросов, на которые космонавты отвечали до, во время и после полета.

«Микробный обмен» — оценка санитарно-гигиенической обстановки на станции при совместном пребывании космонавтов основной экспедиции и экспедиции посещения.

График подготовки космических кораблей «Прогресс» и «Союз Т» диктовал строгие сроки изготовления и поставок в СССР французской научной аппаратуры. Напряженная работа специалистов Франции позволила им успешно справиться с этой задачей. Вот как выглядел график поставок научных приборов:

январь 1981 г. — габаритно-весовые макеты,

июль 1981 г. — тренажерные макеты (для тренировок космонавтов),

ноябрь 1981 г. — технологические образцы,

февраль 1982 г. — летные образцы.

Не сразу решился вопрос, как можно доставить французскую научную аппаратуру на борт станции «Салют». Советской стороне пришлось предусмотреть в своих планах изготовление специально для этих целей дополнительного корабля «Прогресс». Чтобы французские приборы были «транспортабельны» на корабле, их необходимо было несколько раз переделывать в соответствии с предъявленными к ним требованиями по условиям размещения на «Прогрессе».

Но вот все позади... Советский автоматический космический корабль «Прогресс» доставил научные приборы на орбитальную станцию... Успешно стартовал и транспортный корабль «Союз Т-6» с советско-французским экипажем...

24 июня на космодром Байконур прибыла правительственная делегация Франции, которую возглавил посол Франции в СССР Клод Арно и в состав которой входил президент Национального центра космических исследований Франции профессор Ю. Кюръен. Вместе с ними на космодром прибыл председатель Совета «Интеркосмос» при АН СССР академик В. А. Котельников. 25 июня правительственная делегация Франции находилась в подмосковном Центре управления полетами, где наблюдала стыковку корабля «Союз Т-6» со станцией «Салют-7» и переход международного экипажа на орбитальную станцию.

Космический корабль «Союз Т-6» был выведен с космодрома Байконур на промежуточную орбиту, лежащую в одной плоскости с орбитой станции «Салют-7», на которой с 13 мая 1982 г. работали космонавты А. Березовой и В. Лебедев.

На первых трех витках полета «Союза» международный экипаж провел контроль состояния и работоспособности систем и агрегатов корабля, проверил герметичность его отсеков, а затем снял скафандры, в которых космонавты находились на участке выведения.

На четвертом и пятом витках был проведен первый двухимпульсный маневр для подъема орбиты корабля. Двигаясь по новой орбите, корабль догонял станцию, которая в момент старта «Союза» находилась впереди по полету корабля на расстоянии около 10 тыс. м.

На 6–12-м витках в период, когда корабль совершил полет вне зон видимости наземных станций слежения, космонавты спали, при этом контроль за полетом кораб-

ля осуществлялся измерительными пунктами, расположенными на морских судах.

На следующий день на 17-м витке полета корабля «Союз» формирование его монтажной орбиты было продолжено — был выполнен второй двухимпульсный корректирующий маневр. Он позволил сблизить космический корабль со станцией до такого расстояния, когда дальнейшее сближение могло уже осуществляться автоматически. Особенностью сближения корабля «Союз Т» со станцией «Салют» является режим зависания, проводимый между кораблем и станцией на расстоянии 400—200 м.

После проверки состояния бортовых систем корабля и станции по указанию с Земли экипаж корабля включил режим автоматического причаливания. На 18-м витке произошла стыковка корабля со станцией.

После проверки герметичности стыковочного узла и выравнивания давления между кораблем и станцией экипаж «Союза» открыл переходные люки и перешел в помещение станции.

Было предусмотрено, что на выполнение научной программы французскому космонавту потребуется не менее 30 часов работы на борту станции. Причем эксперимент «Сирень» будут выполнять советские космонавты после того, как французский космонавт возвратится на Землю. Это связано с дефицитом времени у космонавта Франции. С другой стороны, по просьбе ученых обеих стран советские космонавты продолжили проведение экспериментов «Эхография», «Поза», ПИРАМИГ, ПСН и «Каллибровка».

Подводя первые итоги полета, президент Академии наук СССР академик А. П. Александров сказал, что нынешний космический полет под флагами СССР и Франции — это безусловно высокая вершина в сотрудничестве советских и французских ученых и специалистов.

Приведем выборочную хронологию выполнения программы совместного полета:

- 24 июня 20.30. Выведение корабля «Союз Т-6» на орбиту
1982 г. 22.00. Открытие люка между спускаемым аппаратом и бытовым отсеком, снятие скафандров
- 25 июня 17.30. Надевание скафандров. Переход в спускаемый аппарат
19.00—20.30. Двухимпульсный маневр сближения с орбитальным комплексом «Салют-7» — «Союз Т-5»
21.35—22.20. Сближение, причаливание и стыковка корабля «Союз Т-6» со станцией «Салют-7». Стыковка. Переход

- в бытовой отсек «Союз Т-6» и снятие скафандров. Телевизионный репортаж о стыковке.
- 26 июня** 00.53—01.14. Переход международного экипажа в станцию (Советско-французский экипаж по русскому обычаю хлебом-солью был встречен на станции Анатолием Березовым и Валентином Лебедевым. Жан-Лу Кретъен передал хозяевам станции сувениры, а В. Джанибеков и А. Иванченко — письма, газеты, посылки от родных.) Телевизионный репортаж. Кинофотосъемка.
- 02.11—02.45. Совместный ужин на станции. (Для совместного советско-французского космического полета французские специалисты при участии советских специалистов разработали и изготовили так называемый гостевой набор французских продуктов питания. В его состав вошли следующие консервированные продукты: паста из крабов, паплет по-деревенски, паплет с зеленым перцем, рагу из зайца по-эльзасски, лагусты по-бретонски, сыр плавленый «Канталь», фруктовые палочки из клубники и апельсинов, мармелад, крем шоколадный, хлеб белый и серый.)
- Основное назначение гостевого набора продуктов наряду с дополнительным снабжением организма пластическими и энергетическими материалами состоит в создании у экипажа положительного эмоционального настроения. Последний, повышая работоспособность космонавтов, способствует успешному выполнению программы полета. Поэтому гостевой набор национальных продуктов рассматривается как один из элементов системы мероприятий, именуемых психологической поддержкой экипажа.)
- 04.00—13.00. Сон
- 13.00—24.00. Эксперименты «Браслет», «Поза», «Эхография», «Калибровка». Телевизионный репортаж: «Первый день на станции. Медицинские исследования».
- 27 июня** Эксперименты «Браслет», «Эхография», «Нептун», «Марс», «Калибровка», «Поза», «Анкета». Телевизионный репортаж: «Эксперименты по космической технологии»
- 28 июня** Эксперименты «Браслет», «Нептун», «Эхография», «ПИРАМИГ», ПСН, «Диффузия». Бортовая пресс-конференция. Символическая деятельность
- 29 июня** Эксперименты «Поза», «Цитос-2», «ПИРАМИГ», ПСН, «Анкета», «Ликвация». Телевизионный репортаж: «Биологические эксперименты»
- 30 июня** Эксперименты «Микробный обмен», «Эхография», «Цитос-2», «ПИРАМИГ», ПСН, «Марс», «Ликвация». Телевизионный репортаж: «Астрофизические эксперименты»
- 1 июля** Укладка возвращаемого оборудования в спускаемый аппарат корабля «Союз Т-6». Эксперименты «ПИРАМИГ», «Поза», ПСН. Проверка работоспособности систем корабля «Союз Т-6». Телевизионный репортаж о завершении программы совместных исследований
- 2 июля** Расконсервация корабля «Союз Т-6». Переход в корабль «Союз». Расстыковка корабля со станцией. Телевизионная передача о расстыковке. Проведение операций по спуску.
- 18.19. Приземление спускаемого аппарата корабля «Союз Т-6» с экипажем международной экспедиции.

ПОЛЕТ СОВЕТСКО-ИНДИЙСКОГО МЕЖДУНАРОДНОГО ЭКИПАЖА¹

Апрель 1984 г. вписал новую яркую страницу в историю тесных дружественных связей между СССР и Индией, в историю многолетнего и плодотворного сотрудничества двух стран в космических исследованиях. Полет советско-индийского международного экипажа, работа космонавтов на орбитальном научно-исследовательском комплексе «Салют-7»—«Союз Т-10»—«Союз Т-11» показали пример сотрудничества двух государств с различными социально-экономическими системами в мирном освоении космоса.

Сотрудничество Советского Союза и Индии в изучении и освоении космического пространства в мирных целях началось более 20 лет назад: первые совместные работы были связаны с решением правительства Индии создать на юге Индостанского полуострова, в Тхумбе близ г. Тривандрум (шт. Керала) международный исследовательский полигон для ракетного зондирования верхней атмосферы Земли. Полигон получил название ТЕРЛС. В создании этого полигона, расположенного в районе геомагнитного экватора, вместе с Индией приняли участие Советский Союз, США, Франция, Япония и другие страны.

13 января 1964 г. Главное управление гидрометеорологической службы СССР и Департамент атомной энергии правительства Индии подписали соглашение об оказании Советским Союзом помощи в оснащении полигона ТЕРЛС некоторым оборудованием, необходимым для проведения научных экспериментов. Официальное открытие полигона состоялось 2 февраля 1968 г. в присутствии Индиры Ганди и ученых из многих стран.

14 мая 1970 г. Гидрометслужба СССР и индийская Комиссия по атомной энергии заключили новое соглашение о проведении систематического ракетного зондирования с полигона ТЕРЛС с помощью советских метеорологических ракет М-100. На борту этих ракет, запускаемых на высоты до 100 км, устанавливается научная

¹ После того как книга была написана, состоялся полет советско-индийского экипажа, в результате чего появилась эта короткая глава.

аппаратура, разработанная в Советском Союзе и Индии. Цель этих запусков — исследование структуры и циркуляции верхней атмосферы Земли в экваториальных широтах, а также изучение связи атмосферных процессов с активностью Солнца.

С помощью советской и индийской научной аппаратуры, установленной на индийских ракетах «Центавр-ПБ», с полигона проводятся также эксперименты по изучению измерений параметров ионосферы в районе геомагнитного экватора.

Информация о характере метеорологических процессов, происходящих в верхней атмосфере в тропических широтах, полученная в результате этих исследований, используется советскими и индийскими специалистами в оперативной синоптической практике для повышения точности прогнозирования погоды. Одновременно результаты экспериментов поступают в геофизические центры всего мира.

Следующий важный шаг по пути углубления и развития советско-индийского сотрудничества в космических исследованиях был сделан 10 мая 1972 г., когда в Москве между Академией наук СССР и Индийской организацией космических исследований (ИСРО) правительства Индии было подписано соглашение о запуске первого индийского спутника с помощью советской ракеты-носителя.

29 ноября 1973 года было подписано межправительственное «Соглашение о дальнейшем развитии экономического и торгового сотрудничества между Союзом Советских Социалистических Республик и Республикой Индией», в котором космические исследования названы в числе направлений совместных работ.

В 1975 и 1979 гг. АН СССР и ИСРО подписали еще два соглашения, предусматривавшие запуск с территории СССР с помощью советских ракет-носителей спутников, спроектированных и изготовленных в Индии.

В соответствии с этими соглашениями, а также протоколами по отдельным проектам и программам советско-индийское сотрудничество в области космических исследований осуществляется по следующим направлениям:

оказание Индии научно-технической помощи в разработке и запуске искусственных спутников Земли;

исследование верхних слоев атмосферы методами ракетного зондирования;

исследования в области гамма-астрономии;

наблюдения искусственных спутников Земли.

19 апреля 1975 г., 7 июня 1979 г. и 20 ноября 1981 г. с советского космодрома Капустин Яр при помощи советских ракет-носителей были запущены индийские спутники «Ариабата», «Бхаскара» и «Бхаскара-2». Советская сторона оказала необходимую консультативную помощь на всех этапах разработки и подготовки индийских спутников к запуску, изготовила для них ряд систем и агрегатов (системы стабилизации, солнечные и химические батареи системы электропитания, бортовые запоминающие устройства, термопокрытия), приняла участие в управлении полетом первого индийского спутника, для чего под Москвой (Медвежья озеро) была построена наземная станция.

Первый индийский спутник «Ариабата» весом 360 кг был предназначен для исследований в области рентгеновской астрономии, регистрации нейтронного и гамма-излучения Солнца и измерения потоков частиц и радиации в ионосфере. Основное назначение спутников типа «Бхаскара» — изучение природных ресурсов Индии, что имеет огромное значение для народного хозяйства этой страны. На спутниках были установлены, в частности, двухканальные телевизионные системы, работающие в видимом и в ближнем инфракрасном диапазонах спектра, и трехканальные СВЧ-радиометры САМИР, измеряющие радиояркостные температуры атмосферы и подстилающей поверхности.

Спутники «Ариабата», «Бхаскара» и «Бхаскара-2» функционировали длительное время и выполнили поставленные перед ними задачи.

В 1976 г. в г. Кавалор (шт. Тамилнаду) при Астрофизическом институте была создана советско-индийская станция для наблюдений за искусственными спутниками Земли с целью научных исследований в области геодезии, геодинамики и структуры верхней атмосферы Земли.

Станция была оснащена советской автоматической фотокамерой АФУ-75, лазерным спутниковым дальномером «Интеркосмос» и аппаратурой для точной регистрации времени и обработки полученных в ходе измерений данных. Точность измерения расстояния до спутников с помощью лазерного дальномера при дальности до 5000 км составляет около 1 м.

Регулярная эксплуатация фотокамеры АФУ-75 на советско-индийской станции в Кавалоре проводится с 1978 г., лазерного дальномера «Интеркосмос» — с янва-

ря 1980 г. В 1979 г. ИСРО усовершенствовала Службу времени для наблюдения спутников.

В 1977—1981 гг. ученые СССР и Индии совместно провели эксперименты в области внеатмосферной астрономии с помощью советских гамма-телескопов, установленных на индийских высотных аэростатах. Была разработана методика проведения измерений космического гамма-излучения и вторичных заряженных частиц космических лучей с помощью гамма-аппаратуры, изготовленной в Советском Союзе. Аэростаты запускались в районе геомагнитного экватора со стратосферной станции Института фундаментальных исследований им. Тата в Хайдарабаде. В этом районе фон вторичных частиц (гамма-квантов и электронов), создаваемый космическими лучами, имеет минимальную величину по сравнению с другими районами земного шара, и поэтому с достаточной достоверностью могут быть исследованы даже самые слабые гамма-источники. Было проведено 9 полетов аэростатов в различное время года и получены интересные научные данные.

В ходе совместной работы над тремя первыми спутниками индийскими учеными и специалистами был приобретен опыт, которым с ними щедро делились советские коллеги. Этот опыт решения сложных научных и технологических проблем, связанных с созданием космических аппаратов, позволил Индии быстро приступить к самостоятельным космическим исследованиям. И сегодня Индия — седьмая страна среди более 150 государств — членов ООН, способная выводить в космос спутники с помощью собственных ракет-носителей. Этот опыт помог индийским специалистам изготовить спутники «Рохини», «Эппл», запущенные с помощью индийских ракет-носителей, а также ракетой-носителем «Ариан» Европейского космического агентства. Работа на орбите первого индийского космонавта, несомненно, будет способствовать дальнейшему росту авторитета Индии как космической державы.

Логическим продолжением многолетнего советско-индийского сотрудничества в космических исследованиях стал полет советских и индийского космонавтов на советском космическом корабле «Союз Т» и орбитальной станции «Салют-7» согласно договоренности, достигнутой правительствами обеих стран.

Согласно этой договоренности в сентябре 1982 г. два индийских кандидата в космонавты — Р. Шарма и

Р. Мальхотра прибыли в подмосковный Центр подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина и приступили к занятиям и тренировкам. Успешно закончив все этапы подготовки и сдав установленные экзамены, индийские кандидаты в космонавты были включены в состав двух экипажей. Основной экипаж: командир Ю. В. Малышев, бортинженер Н. Н. Рукавишников, космонавт-исследователь Р. Шарма; дублирующий экипаж: командир А. Н. Березовой, бортинженер Г. М. Гречко, космонавт-исследователь Р. Мальхотра. Впоследствии бортинженер основного экипажа Н. Н. Рукавишников из-за болезни был заменен Г. М. Стрекаловым.

Советские и индийские ученые и специалисты подготовили для международного экипажа интересную научную программу, включавшую исследования и эксперименты по космической медицине, изучению природных ресурсов Индии из космоса и космическому материаловедению.

Советско-индийский международный экипаж в составе командира корабля летчика-космонавта СССР Ю. В. Малышева, бортинженера летчика-космонавта СССР Г. М. Стрекалова и космонавта-исследователя гражданина Республики Индии Ракеш Шармы стартовал с космодрома Байконур на космическом транспортном корабле «Союз Т-11» 3 апреля 1984 г. в 17 ч 09 мин. Ракета-носитель вывела корабль на начальную орбиту с высотой в перигее 202 км, высотой в апогее 240 км, наклоном 51,6° и периодом обращения 88,6 мин. В этот же день на 4-м и 5-м витках полета был осуществлен двухимпульсный корректирующий маневр, в результате которого космический корабль «Союз Т-11» перешел на орбиту: высота в перигее 222; в апогее 295 км. Научно-исследовательский комплекс «Салют-7»—«Союз Т-10» совершал в это время полет по орбите с параметрами: высота в перигее 294 км, высота в апогее 305 км, наклонение 51,6°, период обращения 90 мин.

На следующий день формирование монтажной орбиты было продолжено, и 4 апреля 1984 г. в 18 ч 35 мин корабль «Союз Т-11» выполнил стыковку с орбитальным комплексом «Салют-7»—«Союз Т-10». В тот же день в 21 ч 36 мин Ю. В. Малышев, Г. М. Стрекалов и Р. Шарма перешли в помещение станции—на борту научно-исследовательского комплекса «Салют-7» — «Союз Т-10» — «Союз Т-11» приступил к работе международный экипаж из шести космонавтов.

Программа полета международного экипажа включала 8 экспериментов: шесть по космической медицине, технологический эксперимент «Переохлаждение» и эксперимент «Терра» по дистанционному зондированию Земли в целях изучения природных ресурсов Индии. Поскольку одни из перечисленных экспериментов выполнялись по несколько раз, другие, по сути, представляли собой серии исследований (например, эксперимент «Переохлаждение» проводился со сплавами трех различных составов, эксперимент «Терра» по программе предусматривал съемки в период девяти пролетов над территорией Индии), общее число экспериментов, выполненных международным экипажем, составило 43. Коротко о существовании этих исследований и экспериментов.

Работу на орбите космонавты начали с *эксперимента «Оптокинез»*. Эксперимент проводился с целью получения информации о состоянии глазодвигательной функции и особенностях вестибулярно-зрительного взаимодействия в условиях космического полета. Медицинские эксперименты «Анкета» и «Опрос» уже стали традиционными для международных экипажей, выполняющих полеты на советских орбитальных станциях «Салют». С их помощью продолжается изучение симптоматики вестибулярных расстройств в полете и в период реадaptации, а также выявление определенной связи с данными об устойчивости к качиванию в наземных условиях. Кроме того, эти эксперименты позволяют оценить влияние различных этапов полета на психологическое состояние членов экипажа, особенно на динамику их настроения.

В *эксперименте «Вектор»* изучались биоэлектрическая активность сердца, фазовая структура сердечного цикла и объемы гемодинамики в условиях космического полета с использованием методов электрокардиографии и кинетокардиографии. Большой интерес для космической медицины имел *эксперимент «Баллисто»*.

Оценка и прогнозирование состояния сердечно-сосудистой системы космонавта связаны с исследованием силы сердечных сокращений и координированности работы правых и левых отделов сердца. Одним из методов решения этой задачи является баллистокардиография — регистрация микроперемещений тела, связанных с сердечной деятельностью. Полученные в космических полетах баллистокардиограммы (БКГ) показали, что сила сердечных сокращений и координированность работы левого и правого отделов сердца изменяются в зависимости

от длительности пребывания в условиях невесомости и активности проводимых физических тренировок. Пока ученые не имеют достаточных экспериментальных данных для окончательных суждений о наблюдаемых в условиях космоса изменениях БКГ. Поэтому дальнейшие исследования в этом направлении очень важны для космической медицины.

Видимо, наиболее любопытным среди медицинских экспериментов следует признать эксперимент «Йога». Установлено, что пребывание человека в невесомости сопровождается изменениями состояния различных звеньев двигательного аппарата, что отражается на биомеханике движений, и нарушениями координации. При кратковременных полётах эти изменения связаны преимущественно с рефлекторным снижением мышечного тонуса, обусловленным опорной разгрузкой и вестибулярной дисфункцией.

В эксперименте «Йога», который выполнял космонавт-исследователь, предполагалось изучить возможность применения упражнений по системе йогов в условиях космического полета и их эффективность для профилактики неблагоприятных влияний невесомости на опорно-мышечный аппарат.

В технологическом эксперименте «Переохлаждение» на советской установке «Испаритель» выяснялась роль гетерогенных центров зарождения твердой фазы вещества, присутствующих на поверхности расплава (границы «расплав—твердый материал»); определялась степень переохлаждения; выяснялось влияние на переохлаждение конвекции, вызываемой гравитацией и температурными градиентами; исследовались возможности образования метастабильных фаз и получения массивных аморфных материалов («металлических стекол»).

Явление переохлаждения изучалось на модельном сплаве «серебро—германий», который был выбран индийскими специалистами потому, что ими ведутся интенсивные работы по технической очистке таких сплавов методом шлакования. Были проведены три эксперимента со сплавами трех различных составов. Результаты экспериментов «Переохлаждение» будут иметь большое значение для практических работ, направленных на получение различных сплавов, используемых в современной технике.

Огромное значение для народного хозяйства Индии имеет комплексный эксперимент «Терра». Эксперимент включал:

фотосъемки территории Индии с помощью многозональной аппаратуры МКФ-6М и камеры КАТЭ-140;

визуальные наблюдения и фотосъемки с использованием ручных фотокамер;

проведение квазисинхронных подспутниковых аэросъемок и наземных измерений на опытных участках территории Индии индийскими специалистами;

наземную обработку информации, полученной в эксперименте, и ее использование для изучения природных ресурсов Индии в интересах развития национальной экономики страны.

По программе эксперимент «Терра» должен был проводиться во время девяти пролетов над территорией Индии. По просьбе индийских специалистов эксперимент был расширен и проведен дополнительно еще во время двух пролетов; при этом были сняты острова в Бенгальском заливе, принадлежащие Индии.

Как отмечали космонавты на послеполетной пресс-конференции, в общей сложности за время пребывания международного экипажа на борту научно-исследовательского комплекса многозональной камерой МКФ-6М было сделано около 1000 снимков земной поверхности в шести диапазонах спектра; топографической черно-белой камерой КАТЭ-140 было снято около 300 снимков.

После завершения программы совместных работ на борту научно-исследовательского комплекса «Салют-7» — «Союз Т-10» — «Союз Т-11» международный экипаж вернулся на Землю в космическом корабле «Союз Т-10»: 11 апреля 1984 г. в 14 ч 50 мин спускаемый аппарат корабля с космонавтами Ю. В. Малышевым, Г. М. Стрекаловым и Р. Шармой совершил посадку в заданном районе территории Советского Союза в 46 км восточнее г. Аркалык.

Сотрудничество Советского Союза и Индии в космических исследованиях успешно развивается. В 1982 г. заключено соглашение о выведении советской ракетой-носителем индийского спутника весом около 900 кг на солнечно-синхронную орбиту для продолжения исследований природных ресурсов Индии. В феврале 1983 г. в Бангалоре был подписан представителями ИСРО и АН СССР протокол о продолжении сотрудничества на новое десятилетие. Протоколом предусматривается превращение в жизнь многочисленных совместных проектов, исследований и экспериментов, в том числе имеющих прикладное, народнохозяйственное значение.

Для тех, кто интересуется техническими подробностями

Полеты советско-французского и советско-индийского международных экипажей были осуществлены на космических транспортных кораблях типа «Союз Т» и орбитальной научной станции «Салют-7». Расскажем здесь об основных отличиях этих космических аппаратов от «Союза» и «Салюта-6» (краткие сведения о них — в конце главы 3).

Запущенная на околоземную орбиту 19 апреля 1982 г. станция «Салют-7» является усовершенствованным вариантом орбитальных научных станций второго поколения; она оснащена двумя стыковочными узлами и обладает улучшенными эксплуатационными характеристиками. При тех же габаритах и конфигурации, что и станция «Салют-6», многие системы станции «Салют-7» подвергнуты существенной модернизации, что улучшило ее основные технические характеристики. Это касается, например, иллюминаторов станции, два из которых теперь прозрачны для ультрафиолетового света, что расширяет исследовательские возможности станции. Станция стала более комфортабельной, более удобной для жизни и работы космонавтов, расширились состав и возможности ее научной аппаратуры.

«Салют-7» является многоцелевой космической лабораторией широкого профиля. Она оборудуется самой разнообразной научной аппаратурой, которая может дополняться, заменяться, расширяться благодаря рейсам грузовых кораблей «Прогресс». Масса научного оборудования, выводимого на орбиту непосредственно станцией, составляет 1500 кг. С помощью научных приборов станции могут проводиться эксперименты в области космического материаловедения, биологии и медицины, астрофизики, метеорологии, изучения природных ресурсов Земли, изучения физических свойств космического пространства и другие.

«Союз Т» — усовершенствованный корабль, созданный на базе космического корабля «Союз» с использованием современных технических достижений, что позволило расширить диапазон возможностей транспортного корабля, увеличить эффективность его работы, повысить безопасность экипажа, улучшить эксплуатационные характеристики. Транспортный космический корабль серии «Союз Т» имеет массу свыше 6800 кг и рассчитан на экипаж до трех человек.

При создании корабля «Союз Т» сохранены общая компоновочная схема «Союза» (последовательность расположения отсеков — орбитального и приборно-агрегатного и спускаемого аппарата, форма спускаемого аппарата), его внешние очертания. При этом «Союз Т» оснащен системами и агрегатами новой разработки, в том числе:

- новой системой управления движением;
- объединенной двигательной установкой;
- новыми системами радиосвязи, жизнеобеспечения, энергетики;
- спускаемым аппаратом прежней, аэродинамической компоновки, но со значительными конструктивными изменениями.

Новая система управления движением построена на принципах бесплатформенной (отсутствуют гироскопы или гиросплатформы) инерциальной системы и на базе бортового цифрового вычислительного комплекса (БЦВК). Все режимы ориентации могут выполняться автоматически или при участии экипажа. Режимы встречи и сближения корабля со станцией строятся на основе расчетов с помощью БЦВК траекторий относительного движения и оптимальных маневров, приводящих корабль к станции. При решении этой задачи используется информация от радиотехнической измерительной системы «Игла».

Объединенная двигательная установка позволяет маршевому (сближающе-корректирующему) двигателю и микродвигателям причаливания и ориентации работать на единых компонентах топлива и питаться из общих топливных баков. Схема объединенной двигательной установки «Союза Т» допускает возможность перераспределения топлива между разными видами двигателей, что обеспечивает оптимальное использование бортовых запасов и гибкость при выполнении программы полета, особенно в нештатных ситуациях.

В систему электропитания «Союза Т» введены солнечные батареи, которые в качестве генераторов электроэнергии могут подзаряжать химические источники тока и тем самым снять жесткое ограничение времени автономного полета в зависимости от емкости химических источников тока. Для «Союза Т» это время теперь зависит только от запасов в системе жизнеобеспечения (кислород, вода, пища и т. д.).

Система жизнеобеспечения также модернизирована. Необходимый состав атмосферы поддерживается системой, использующей в отличие от корабля «Союз» запасы газообразного кислорода и поглотителя углекислого газа; система автоматически поддерживает заданные параметры атмосферы в жилых помещениях. Баллоны с запасами кислорода расположены вне отсеков. В случае разгерметизации безопасность экипажа обеспечивается скафандрами новой конструкции, в которые подается чистый кислород.

Значительные конструктивные изменения внесены в спускаемый аппарат. Управление его движением основано на применении вычислительной техники с текущим прогнозированием точки посадки, что обеспечивает и высокую точность. Предусмотрена возможность перехода к ручному управлению на этапе спуска.

Основные данные о полетах международных экипажей на косми

Космический корабль, станция	Международный экипаж	Основной экипаж станции «Салют-6» или «Салют-7»	Дата и время	
			запуска	
«Союз-28» «Салют-6»	А. А. Губарев В. Ремек (ЧССР)	Ю. В. Романенко Г. М. Гречко	2.III.1978 18 ч 28 мин	
«Союз-30» »	П. И. Климук М. Гермашевский (ПНР)	В. В. Коваленок А. С. Иванченков	27.VI.1978 18 ч 27 мин	
«Союз-31» ¹ »	В. Ф. Быковский Э. Йен (ГДР)	В. В. Коваленок А. С. Иванченков	26.VIII.1978 17 ч 51 мин	
«Союз-33» ² »	Н. Н. Рукавишников Г. Иванов (НРБ)	В. А. Ляхов В. В. Рюмин	10.IV.1979 20 ч 34 мин	
«Союз-36» ³ »	В. Н. Кубасов Б. Фаркаш (ВНР)	Л. И. Попов В. В. Рюмин	26.V.1980 21 ч 21 мин	
«Союз-37» ⁴ »	В. В. Горбатко Фам Туан (СРВ)	Л. И. Попов В. В. Рюмин	23.VII.1980 21 ч 33 мин	
«Союз-38» »	Ю. В. Романенко А. Тамайо Мендес (Республика Куба)	Л. И. Попов В. В. Рюмин	18.IX.1980 22 ч 11 мин	
«Союз-39» »	В. А. Джанибеков Ж. Гуррагча (МНР)	В. В. Коваленок В. П. Савиных	22.III.1981 17 ч 59 мин	
«Союз-40» »	Л. И. Попов Д. Прувариу (СРР)	В. В. Коваленок В. П. Савиных	14.V.1981 21 ч 17 мин	
«Союз Т-6» «Салют-7»	В. А. Джанибеков А. С. Иванченков Ж.-Л. Кретьен (Франция)	А. Н. Береговой В. В. Лебедев	24.VI.1982 20 ч 30 мин	
«Союз Т-11» ⁵ «Салют-7»	Ю. В. Малышев Г. М. Стрекалов Р. Шарма (Индия)	Л. Д. Кизим В. А. Соловьев О. Ю. Атьков	3.IV.1984 17 ч 09 мин	

Примечания. ¹Международный экипаж вернулся на Землю в спускаемом аппарате корабля «Союз-29». ²Из-за отклонений от штатного режима в работе СКДУ корабля его стыковка со станцией была отменена. ³Экипаж

ческих кораблях «Союз» и орбитальных станциях «Салют»

(московское)			Продолжительность полета
стыковки	расстыковки	посадки	
3.III.78 20 ч 10 мин	10.III.78 13 ч 23 мин	10.III.78 16 ч 44 мин	7 сут 22 ч 16 мин
28.VI.78 20 ч 08 мин	5.VII.78 13 ч 15 мин	5.VII.78 16 ч 30 мин	7 сут 22 ч 3 мин
27.VIII.78 19 ч 38 мин	3.IX.78 11 ч 20 мин	3.IX.78 14 ч 40 мин	7 сут 20 ч 49 мин
—	—	12.IV.79 19 ч 35 мин	1 сут 23 ч 1 мин
27.V.80 22 ч 56 мин	3.VI.80 14 ч 50 мин	3.VI.80 18 ч 07 мин	7 сут 20 ч 46 мин
24.VII.80 23 ч 02 мин	31.VII.80 14 ч 58 мин	31.VII.80 18 ч 15 мин	7 сут 20 ч 42 мин
19.IX.80 23 ч 49 мин	26.IX.80 15 ч 38 мин	26.IX.80 18 ч 54 мин	7 сут 20 ч 43 мин
23.III.81 17 ч 28 мин	30.III.81 12 ч 55 мин	30.III.81 14 ч 42 мин	7 сут 20 ч 43 мин
15.V.81 22 ч 50 мин	22.V.81 14 ч 40 мин	22.V.81 17 ч 58 мин	7 сут 20 ч 41 мин
25.VI.82 21 ч 46 мин	2.VII.82 15 ч 04 мин	2.VII.82 18 ч 21 мин	7 сут 21 ч 51 мин
4.IV.84 18 ч 31 мин	11.IV.84 11 ч 33 мин	11.IV.84 14 ч 50 мин	7 сут 21 ч 41 мин

вернулся на Землю в спускаемом аппарате корабля «Союз-35». *Экипаж вернулся на Землю в спускаемом аппарате корабля «Союз-36». *Экипаж вернулся на Землю в спускаемом аппарате корабля «Союз Т-10».

Перечень членов основных и дублирующих международных экипажей по программе «Интеркосмос»

№ п/п	Основной экипаж	Дублирующий экипаж
1.	А. А. Губарев В. Ремек (ЧССР)	Н. Н. Рукавишников О. Пелчак (ЧССР)
2.	П. И. Климук М. Гермашевский (ПНР)	В. Н. Кубасов З. Янковский (ПНР)
3.	В. Ф. Быковский З. Йек (ГДР)	В. В. Горбатко Э. Келлер (ГДР)
4.	Н. Н. Рукавишников Г. И. Иванов (НРБ)	Ю. В. Романенко А. П. Александров (НРБ)
5.	В. Н. Кубасов Б. Фаркаш (ВНР)	В. А. Джанибеков Б. Мадьяри (ВНР)
6.	В. В. Горбатко Фам Туан (СРВ)	В. Ф. Быковский Буй Тхань Лиен (СРВ)
7.	Ю. В. Романенко А. Тамайо Мендес (Куба)	Е. В. Хрунов Х. Армандо Лопес Фалькон (Куба)
8.	В. А. Джанибеков Ж. Гуррагча (МНР)	В. А. Ляхов М. Ганзориг (МНР)
9.	Л. И. Подов Д. Прунариу (СРР)	Ю. В. Романенко Д. Дедиу (СРР)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Освоение космического пространства в СССР, 1967—1982. М.: Наука, 1971—1984.
2. *Петров Б. Н.* Космические исследования и научно-технический прогресс. М.: Знание, 1971.
3. «Союз» и «Аполлон» / Под ред. К. Д. Бушуева. М.: Политиздат, 1976.
4. *Верещетин В. С.* Космос и международное сотрудничество. М.: Знание, 1971.
5. *Верещетин В. С.* Космос. Сотрудничество. Право. М.: Наука, 1974.
6. Успехи Советского Союза в исследовании космического пространства: (Второе космическое десятилетие 1967—1977). М.: Наука, 1978.
7. Космическое сотрудничество / Под ред. А. С. Елисеева. М.: Машиностроение, 1980.
8. *Козырев В. И., Никитин С. А.* Полеты по программе «Интеркосмос». М.: Знание, 1980.
9. *Ремек В.* Под нами планета Земля. М.: Воениздат, 1981.
10. *Губарев А., Ремек В.* Породненные орбитой. М.: Мол. гвардия, 1983.
11. *Ребров М., Козырев В., Денисенко В.* СССР—Франция: на космических орбитах. М.: Машиностроение, 1982.
12. *Малышев Ю., Ребров М., Стрекалов Г.* СССР—Индия: на космических орбитах. М.: Машиностроение, 1984.
13. *Вехамкин И., Денисенко В.* СССР—Индия: путь к звездам. М.: Прогресс, 1984.
14. *Петров Б. Н.* Орбиты творческого сотрудничества.— Коммунист, 1977, № 7, с. 98.
15. *Петров Б. Н.* Программа «Интеркосмос» — широкое научное сотрудничество.— В кн.: Наука и человечество, 1979. М.: Знание, 1979, 215 с.
16. *Котельников В. А.* В космосе работы много...— Наука в СССР, 1981, № 2, с. 13.
17. *Никитин С. А.* Программа «Интеркосмос» и полеты международных экипажей.— Природа, 1981, № 4, с. 30.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редактора	3
Глава 1. Международные научные связи и международное сотрудничество в космосе	5
Глава 2. Полеты международных экипажей по программе «Интеркосмос»	25
Глава 3. В интересах науки и народного хозяйства	56
Глава 4. Проект «Союз» — «Аполлон»	99
Глава 5. Советско-французский пилотируемый полет	121
Глава 6. Полет советско-индийского международного экипажа	142
Приложение 1	152
Приложение 2	154
Дополнительная литература	155

**Валентин Иванович Козырев,
Станислав Александрович Никитин**

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКИПАЖИ
В КОСМОСЕ**

Утверждено к печати редколлегией
серии научно-популярных изданий
Академии наук СССР

Редактор издательства **И. М. Столярова**
Художник **Б. М. Котляр**
Художественный редактор **Н. А. Фильчагина**
Технический редактор **Н. П. Переверза**
Корректоры **Л. И. Кириллова, И. А. Таладай**
ИБ № 29310

Сдано в набор 3.04.85.

Подписано к печати 11.06.85.

T-04271. Формат 84×108¹/₃₂

Бумага типографская № 1

Гарнитура обыкновенная

Печать высокая

Усл. печ. л. 8,82. Усл. кр. отт. 9,14. Уч.-изд. л. 9,3

Тираж 34 700 экз. Тип. зак. 1304

Цена 60 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука»

117864 ГСП-7, Москва В-485

Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука»

121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «НАУКА» ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ:

ГРИГОРЬЕВ А. А., КОНДРАТЬЕВ К. Я.

Космическое земледелие

40 л. 70 к.

Все больше информации о нашей планете поступает со спутников и орбитальных космических станций. Использованию этой информации в народном хозяйстве и в научных целях посвящена книга, написанная известными специалистами в области космического земледелия академиком К. Я. Кондратьевым и профессором А. А. Григорьевым.

Космическое земледелие представляет собой новое направление в науке, синтезирующее на новом уровне наши знания о различных природных процессах, протекающих на поверхности и в недрах нашей планеты. Оно включает как фундаментальные исследования в целом ряде естественных наук, так и научно-методические исследования в области получения, передачи и обработки гигантского объема принимаемой из космоса информации. Авторы излагают различные аспекты применения космической информации, полученной при дистанционном зондировании Земли с орбитальных высот.

Издание рассчитано на широкий круг читателей, интересующихся космическими исследованиями.

Освоение космического пространства в СССР, 1983

20 л. 2 р. 40 к.

В сборник включены опубликованные в печати официальные сообщения ТАСС, информация о пресс-конференциях и статьи космонавтов и ведущих ученых, освещающие основные достижения Советского Союза в освоении космического пространства в 1983 г.: работа на орбитальной станции «Салют-7» экипажа в составе космонавтов В. А. Ляхова и А. П. Александрова, полет пилотируемого корабля «Союз Т-8», грузовых кораблей «Прогресс-17» и «Прогресс-18», запуски автоматических станций «Астрон» и «Прогноз-9», ИСЗ серии «Космос», метеорологических и связных.

Публикуются результаты обработки данных, получаемых с автоматических межпланетных станций «Венера-15» и «Венера-16».

Приводятся также материалы по международному сотрудничеству — запуск геофизической ракеты «Вертикаль-11», подготовка индийских космонавтов к международной экспедиции в космос и др.

Издание рассчитано на читателей, интересующихся исследованиями космоса.

Освоение космического пространства в СССР. 1984

20 л. 2 р. 40 к.

В сборнике, составленном по опубликованным в печати в 1984 г. материалам, приводятся официальные сообщения ТАСС, пресс-конференции и статьи ведущих ученых, освещающие основные достижения Советского Союза в освоении космического пространства, а именно: самая длительная в истории космонавтики 237-суточная работа на орбитальной станции «Салют-7» космонавтов Л. Д. Кизима, В. А. Соловьева и О. Ю. Атькова, осуществивших в процессе полета несколько выходов в открытый космос, работа на станции двух экспедиций посещения, в том числе одной международной; запуски грузовых кораблей «Прогресс», спутников серии «Космос», метеорологических и связных; подготовка и обеспечение космических полетов; исследование космоса в интересах науки, техники и народного хозяйства; результаты обработки РА — изображений поверхности планеты Венера по данным АМС «Венера-15» и «Венера-16». Приводятся материалы по международному сотрудничеству, в частности, осуществление запуска АМС «Вега-1» и «Вега-2» космического проекта «Венера — комета Галлея».

Издание рассчитано на читателей, интересующихся исследованиями космоса.

Научные проблемы авиации и космонавтики (история и современность)

20 л. 2 р. 40 к.

В сборнике рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с исследованием творчества основоположников космонавтики, развитием их идей и современными проблемами ракетно-космической науки и техники — летательными аппаратами, их двигателями, механикой космического полета, космическим правом, а также международным сотрудничеством в области космических исследований.

Материал сборника расположен по тематическим разделам, в первом из которых помещены работы, посвященные творчеству С. П. Королева, С. А. Чаплыгина, А. М. Исаева, К. Д. Бушуева и др.

Издание рассчитано на читателей, интересующихся научно-техническими и правовыми вопросами освоения космического пространства.

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу: 117192, Москва, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»; 197345 Ленинград, Петровзаводская ул., 7, магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига» или в ближайший магазин «Академкнига», имеющий отдел «Книга — почтой».

- | | | | |
|--------|---|--------|--|
| 480091 | Алма-Ата, ул. Фурманова, 91/97 («Книга — почтой»); | 196034 | Ленинград, В/О, 9 линия, 10; |
| 370005 | Баку, ул. Джапаридзе, 13 («Книга — почтой»); | 220012 | Минск, Ленинский проспект, 72 («Книга — почтой»); |
| 320093 | Днепропетровск, проспект Гагарина, 24 («Книга — почтой»); | 103009 | Москва, ул. Горького, 19а; |
| 734001 | Душанбе, проспект Ленина, 95 («Книга — почтой»); | 117312 | Москва, ул. Вавилова, 55/7; |
| 375002 | Ереван, ул. Туманяна, 31; | 630076 | Новосибирск, Красный проспект, 51; |
| 664033 | Иркутск, ул. Лермонтова, 289; | 630090 | Новосибирск, Академгородок, Морской проспект, 22 («Книга — почтой»); |
| 420043 | Казань, ул. Достоевского, 53; | 142292 | Пушино, Московская обл., МР, «В», 1; |
| 252030 | Киев, ул. Ленина, 42; | 620154 | Свердловск, ул. Мамина-Сибиряка, 137 («Книга — почтой»); |
| 252030 | Киев, ул. Пирогова, 2; | 700029 | Ташкент, ул. Ленина, 73; |
| 252142 | Киев, проспект Вернадского, 79; | 700100 | Ташкент, ул. Шота Руставели, 43; |
| 252030 | Киев, ул. Пирогова, 4 («Книга — почтой»); | 700187 | Ташкент, ул. Дружбы народов, 6 («Книга — почтой»); |
| 277012 | Кишинев, проспект Ленина, 148 («Книга — почтой»); | 634050 | Томск, наб. реки Ушайки, 18; |
| 343900 | Краматорск Донецкой обл., ул. Марата, 1; | 450059 | Уфа, ул. Р. Зорге, 10 («Книга — почтой»); |
| 660049 | Красноярск, проспект Мира, 84; | 450025 | Уфа, ул. Коммунистическая, 49; |
| 443002 | Куйбышев, проспект Ленина, 2 («Книга — почтой»); | 720001 | Фрунзе, бульвар Дзержинского, 42 («Книга — почтой»); |
| 191104 | Ленинград, Литейный проспект, 57; | 310078 | Харьков, ул. Чернышевского, 87 («Книга — почтой»). |
| 199164 | Ленинград, Таможенный пер., 2; | | |