

ОСВОЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В СССР 1980

КОСМОС-НАУКЕ И НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ЛЕНИНА ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ
ИМ. В. И. ВЕРНАДСКОГО

ОСВОЕНИЕ
КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА
В СССР
1980

КОСМОС — НАУКЕ
И НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

ПО МАТЕРИАЛАМ
ПЕЧАТИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА» • МОСКВА 1982

Сборник «Освоение космического пространства в СССР, 1980 г.», выпускается в двух книгах: «Космос — науке и народному хозяйству» и «Пилотируемые полеты».

В книгу «Космос — науке и народному хозяйству» включены опубликованные в печати в 1980 г. официальные материалы ТАСС и статьи ведущих ученых, посвященные исследованиям космического пространства и Земли из космоса в интересах науки и народного хозяйства с орбитальной станции «Салют-6», автоматической станции «Прогноз-8», искусственными спутниками Земли серии «Космос», метеорологическими и связными. Приводятся материалы по подготовке и обеспечению космических полетов, по международному сотрудничеству, а также некоторые результаты полетов автоматических межпланетных станций к Луне и Венере.

Ответственный редактор

член-корреспондент АН СССР

В. Л. БАРСУКОВ

Составитель

М. И. ШТЕРН

ОСВОЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В СССР 1980

Космос — науке и народному хозяйству

Утверждено к печати ордена Ленина Институтом геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского Академии наук СССР

Редактор Т. А. Чамаева. Редактор издательства Г. Г. Гуськов
Художественный редактор Т. П. Поленова. Технический редактор Н. Н. Жмуркина
Корректоры Р. З. Землянская, Ю. Л. Косорыгин

ИБ № 24188

Сдано в набор 26.06.81. Подписано к печати 02.02.82. Т-03926. Формат 70×100^{1/16}
Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 14,19
Усл. кр. отт. 14,6. Уч.-изд. л. 14,7. Тираж 2800 экз. Тип. зак. 5559
Цена 1 р. 50 к.

Издательство «Наука», 117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90
2-я типография издательства «Наука» 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

ВВЕДЕНИЕ

КОСМИЧЕСКИЕ ВЫСОТЫ СТРАНЫ ОКТЯБРЯ

12 апреля 1961 года... Навсегда в мировую историю вошла эта дата, открывшая новую эру — эру освоения человеком космоса. На протяжении столетий, двигаясь по бесконечному пути познания мира, мечтали люди о дне, когда полет за пределы планеты станет явью. И вот это свершилось. Гражданин Страны Советов коммунист майор Юрий Гагарин первым из людей Земли шагнул в просторы Вселенной.

Сегодня, когда советский народ, все прогрессивное человечество отмечают День космонавтики, мы еще раз убеждаемся, что штурм космоса, начатый нашей Родиной, является ярким свидетельством созидательных сил социализма, экономической мощи нового общественного строя, рожденного Великим Октябрем. С особым чувством встречаем мы День космонавтики в нынешнем году, в году 110-летия со дня рождения вождя революции, основателя нашей партии и государства Владимира Ильича Ленина.

«Штурм космоса,— говорил после полета Юрий Гагарин,— начался не 12 апреля 1961 г., когда человек впервые увидел открытую Вселенную, и даже не 4 октября 1957 г., когда первый спутник оторвался от Земли. Все началось с выстрела «Авроры», со штурма Зимнего. Символический смысл есть в том, что в весеннем месяце апреле мы отмечаем день рождения Владимира Ильича Ленина и День космонавтики. В этом месяце родился тот, с кем человечество связало воплощение в жизнь своих самых светлых идей и самых больших надежд...» Жизненность ленинских идей, претворяемых в действительность освобожденным от эксплуатации народом, стала той стартовой площадкой, которая обеспечила стремительный взлет советской космонавтики. «У нас есть материал,— писал В. И. Ленин,— и в природных богатствах, и в запасе человеческих сил, и в прекрасном размахе, который дала народному творчеству великая революция,— чтобы создать действительно могучую и обильную Русь».

Идя по пути, указанному В. И. Лениным, советский народ под руководством Коммунистической партии успешно осуществил социалистическую индустриализацию страны, создал огромный экономический и научно-технический потенциал. Развитие советской космонавтики — от основополагающих работ К. Э. Циолковского, передавшего все свои труды партии большевиков и Советской власти, до создания сложнейших ракетно-космических систем, обеспечивших выдающиеся достижения нашей науки и техники в освоении космического пространства,— является ярким тому подтверждением. Благодаря заботе Коммунистической партии и Советского правительства о развитии космонавтики в нашей стране сложилась космическая индустрия, ставшая полноправной отраслью народного хозяйства, участвующая в создании материально-технической базы коммунизма. Наши пятилетние планы ставят перед ней совершенно конкретные практические задачи. Решениями XXV съезда КПСС предус-

мотрено «продолжить изучение и освоение космического пространства, расширить исследования по применению космических средств при изучении природных ресурсов Земли, в метеорологии, океанологии, навигации, связи и для других нужд народного хозяйства».

Претворяя указания партии в жизнь, научно-технические и производственные коллективы, ученые, конструкторы, инженеры, рабочие, славный отряд советских летчиков-космонавтов продолжают решать все новые задачи освоения космоса. Большим успехом советской космонавтики стало создание орбитальной научной станции «Салют-6», которая находится в космосе уже более 30 месяцев. За этот период выполнен огромный объем научно-технических и медико-биологических исследований, проведены эксперименты по получению новых материалов, осуществлены выходы в открытый космос, доставлена на Землю уникальнейшая информация, в которой заинтересованы химики и биологи, металлурги и картографы, гляциологи и почвоведы, океанологи и метеорологи... Успешная работа на борту орбитальной станции «Салют-6» внесла крупный вклад в решение народнохозяйственных задач, намеченных XXV съездом КПСС.

В канун Дня космонавтики на орбитальный комплекс «Салют-6» прибыл новый экипаж в составе Л. Попова и В. Рюмина. Космонавты приступают к выполнению насыщенной программы научно-технических работ.

С каждым годом все более ощутимой становится отдача от развития космонавтики. Трудно назвать ныне такую отрасль науки, техники или народного хозяйства, которая в той или иной степени не испытала бы на себе благотворного влияния космических исследований. В интересах науки и народного хозяйства советские спутники серий «Космос», «Метеор», «Молния» и другие несут регулярную космическую вахту на околоземных орбитах, автоматические станции успешно исследуют Луну, Венеру, Марс. С помощью информации, получаемой с космических аппаратов, осуществляются прогнозы погоды, контроль и наблюдение за окружающей средой, ведутся поиски нефти, газа, металлических руд, составляются проекты орошения и обводнения, строительства новых дорог... Трудно переоценить значение космической научной информации в деле познания окружающего нас мира и Вселенной, в решении актуальных задач научно-технического прогресса в нашей стране.

Плодотворно осуществляется международное сотрудничество Советского Союза и социалистических стран в области космонавтики. Вместе с советскими космонавтами на околоземных орбитах трудились представители Чехословакии, Польши, ГДР, Болгарии. Готовятся к полетам космонавты Венгрии, Вьетнама, Кубы, Монголии, Румынии. В соответствии с программой сотрудничества социалистических стран в области исследования и использования космического пространства в мирных целях осуществляются запуски искусственных спутников Земли серии «Интеркосмос».

Проводя в жизнь ленинскую политику мирного сосуществования, Советский Союз выступает за широкое развитие международного сотрудничества в области космических исследований, которое должно служить благородному делу разрядки напряженности в мире, укреплению доверия и взаимопонимания между народами. Наглядным примером тому служат совместные работы советских ученых с учеными Индии, Франции, Швеции, других стран.

Запустив первый в мире искусственный спутник Земли, осуществив первый полет человека в космическое пространство, страна Октября от-

крыла дорогу к звездам для всего человечества. Благодаря огромным достижениям экономики, науки и техники, вдохновенному труду советских людей отечественная космонавтика внесла и продолжает вносить достойный вклад в прогресс мировой космонавтики, в величайшие достижения человеческой цивилизации. Сегодня, отмечая День космонавтики, мы по праву гордимся тем, что идем по пути, начертанному великим Лениным, претворяем в жизнь его заветы.

«Красная звезда», 12 апреля 1980 г.

ОРБИТЫ МУЖЕСТВА И СЛАВЫ

ТОРЖЕСТВЕННОЕ СОБРАНИЕ. ПОСВЯЩЕННОЕ ДНЮ КОСМОНАВТИКИ

Освоение космоса стало одним из ведущих направлений научно-технического прогресса XX века. Начало этому бурному продвижению мировой науки в глубины окружающего нашу планету пространства положили советские люди. Вместе с ними День космонавтики отмечают трудящиеся братских социалистических стран, народы всей Земли.

Дню космонавтики было посвящено собрание представителей трудящихся Москвы и воиннов столичного гарнизона, состоявшееся 11 апреля в Центральном театре Советской Армии.

В президиуме собрания — заместитель Председателя Совета Министров СССР Л. В. Смирнов, заведующий отделом ЦК КПСС И. Д. Сербин, председатель ВЦСПС А. И. Шибяев, министры, видные советские ученые, летчики-космонавты, представители общественности Москвы.

С докладом перед собравшимися выступил вице-президент Академии наук СССР академик Б. Н. Петров.

— Сегодня космонавтика ярко демонстрирует всем народам Земли плодотворность мирного созидательного труда, выгоды объединения усилий разных стран в решении научных и народнохозяйственных задач. В истекшем году успешно продолжались работы по исследованию и использованию космического пространства в интересах науки и народного хозяйства, в интересах мира и прогресса на Земле.

Продолжается полет орбитальной научной станции «Салют-6». Два с половиной года станция функционирует на околоземной орбите. За это время на ее борту успешно работали три основные длительные и четыре экспедиции посещения.

Освоено создание на орбите научно-исследовательских комплексов, состоящих из станции «Салют-6» и двух космических кораблей: транспортных типа «Союз» и грузовых автоматических типа «Прогресс». Такие комплексы открывают новые большие возможности в исследовании и освоении космического пространства.

Новым выдающимся достижением советской науки и техники в изучении и освоении космического пространства стал самый длительный в истории космонавтики пилотируемый 175-суточный полет космонавтов В. Ляхова и В. Рюмина. Космонавты выполнили широкую программу медико-биологических, геофизических, астрофизических и технологических исследований и экспериментов, в том числе в рамках международного сотрудничества.

Докладчик привел яркие примеры практического применения информации, полученной с борта «Салюта-6»: рассказал о ее использовании

поисковыми и рыбопромысловыми флотилиями, специалистами в области материаловедения, наук о Земле и других.

Оратор охарактеризовал далее научные итоги других исследований минувшего года, выполненных с помощью беспилотных средств.

— Дальнейшее развитие в истекшем году получили космические системы связи и телевидения. Совершенствуется и постоянно расширяется система связи «Орбита», в состав которой входят спутники «Молния» на высокоэллиптических орбитах, «Радуга» и «Горизонт» на геостационарных орбитах и наземные приемо-передающие станции. Число приемных станций «Орбита», расположенных в отдаленных районах Советского Союза, доведено до 85. Увеличилось количество станций, которые наряду с приемом телевизионных и радиовещательных программ осуществляют телефонно-телеграфную связь и прием изображений полос центральных газет.

Расширяется применение космических средств для обеспечения народного хозяйства страны гидрометеорологической информацией. В минувшем году космическую информацию для изучения природных ресурсов использовали сотни организаций нашей страны. В целом по данным основных потребителей космической информации ее использование уже сегодня дает экономический эффект, исчисляющийся сотнями миллионов рублей в год.

Успешно осуществляется международное сотрудничество в изучении и освоении космического пространства. Как и в предыдущие годы, наиболее активно развивались научные связи с братскими социалистическими странами в соответствии с многосторонней программой «Интеркосмос». Десятой страной — участницей программы «Интеркосмос» стала Социалистическая Республика Вьетнам.

В минувшем году продолжались полеты международных экипажей по программе «Интеркосмос». В семью космонавтов братских стран социализма вошел новый космонавт — гражданин Народной Республики Болгарии Георгий Иванов.

На двусторонней основе развивается сотрудничество нашей страны с Индией, Францией, Швецией и Австрией.

Все коллективы, участвующие в работах по исследованию и освоению космического пространства, полны решимости поднять эффективность и качество своей работы, приумножить практические плоды космических исследований.

От имени рабочих, всех трудящихся Москвы сердечно поздравил присутствующих с Днем космонавтики рабочий завода «Серп и молот» Герой Социалистического Труда В. И. Дюжев.

— Девятнадцатую годовщину со дня первого полета советского человека в космос трудящиеся нашей страны отмечают накануне 110-летия со дня рождения В. И. Ленина в обстановке высокой политической и трудовой активности. Москвичи широко развернули социалистическое соревнование за досрочное выполнение заданий десятой пятилетки, за достижение наивысшей эффективности производства и качества работы. На это направлены сегодня усилия всех трудовых коллективов Москвы, эти же задачи стоят и перед нами — столичными металлургами. Мы полны решимости работать так, чтобы каждый рабочий день являл собой образец организованности и слаженности, был примером активного и творческого труда, работы по-ленински, по-коммунистически, такого труда, какой демонстрируют на орбите наши славные космонавты.

На трибуне — летчик-космонавт СССР Герой Советского Союза полковник В. А. Ляхов.

— Советская космонавтика прошла замечательный путь — от запуска первого искусственного спутника Земли и полета Юрия Гагарина до 175 суток напряженной работы экипажа на борту орбитального научного комплекса.

За годы десятой пятилетки подготовлено и осуществлено 13 пилотируемых космических полетов, выполнен огромный объем научных исследований, проведены многие сотни испытаний и экспериментов. Полученные в космосе результаты и выводы являются большим вкладом в отечественную науку, имеют важное прикладное значение, несут экономическую выгоду народному хозяйству страны.

Увеличение длительности пребывания и работы человека в космосе стало возможным благодаря большой и напряженной работе ученых, конструкторов, специалистов космической медицины, создавших совершенную ракетно-космическую технику, надежные средства жизнеобеспечения, все необходимые условия для эффективной деятельности космонавтов на борту «Салютов» и «Союзов».

Замечательным творением советских ученых, инженеров и рабочих стал грузовой «мост», перекинутый с Земли в космос. Восемь кораблей «Прогресс» сыграли важную роль в обеспечении потребностей космонавтов и в продлении ресурса функционирования станции «Салют-6».

Сейчас научный комплекс снова действует в активном режиме. На борту станции «Салют-6» несут космическую вахту наши друзья — космонавты Леонид Попов и Валерий Рюмин. Позвольте от имени всех участников торжественного собрания пожелать им полного выполнения намеченной программы полета и благополучного возвращения на родную Землю.

В заключение В. А. Ляхов заверил участников собрания и всех трудящихся Москвы, в том, что советские космонавты отдадут все свои силы, волю и умение для того, чтобы успешно выполнить космические программы, возвеличить славу и укрепить мощь нашей социалистической Родины.

Участники торжественного собрания направили приветственное письмо ЦК КПСС, товарищу Л. И. Брежневу.

(ТАСС)

«Московская правда», 12 апреля 1980 г.

ПРОТОРИВШЕМО ДОРОГУ В КОСМОС

4 июля в Москве состоялось торжественное открытие памятника первому в мире космонавту Юрию Алексеевичу Гагарину.

Монумент сооружен на площади, носящей имя героя. В митинге, посвященном открытию памятника, приняли участие первый секретарь МГК КПСС В. В. Гришин, заведующие отделами ЦК КПСС И. Д. Сербин и В. Ф. Шауро, секретарь Президиума Верховного Совета СССР М. П. Георгадзе, председатель ВЦСПС А. И. Шibaев, председатель исполкома Моссовета В. Ф. Промыслов, секретари МГК КПСС В. Н. Макеев, Р. Ф. Дементьева, И. Н. Пономарев, руководители ряда министерств и ведомств, известные ученые, космонавты, передовики производства, представители общественности.

Празднично украшена площадь Гагарина. Над ней, над одной из красивейших магистралей столицы — Ленинским проспектом — возвышается монумент первопроходцу Вселенной. 13-метровая скульптура космонавта установлена на стремительно уходящем вверх постаменте — слож-

ном сооружении из бетонного ствола и титановых плит (рис. 1). Вперед, ввысь, к манящим человека звездам устремлена сияющая в солнечном свете фигура первого космонавта планеты Земля. А у подножия монумента — точная копия капсулы «Востока», в которой провел Ю. А. Гагарин исторические 108 минут полета на орбите.

Сотни москвичей собрались на торжественное открытие памятника. Здесь мать, жена, дети первого космонавта. Застыл у монумента почетный караул. Начинается торжественный митинг.

Митинг открыл первый секретарь МКГ КПСС В. В. Гришин.

В. В. Гришин разрезает алую ленту, и с макета легендарного гагаринского корабля «Восток», установленного на стилобате монумента, спадает покрывало. Звучит Гимн Советского Союза.

В. В. Гришин сказал:

— Юрий Алексеевич Гагарин принадлежит к числу людей, чьи имена навсегда останутся в истории нашей страны, в истории развития мировой цивилизации. Совершив 12 апреля 1961 г. первый космический полет, он проложил людям дорогу в глубины Вселенной, претворяя в жизнь заветную мечту всего человечества.

Полет Юрия Гагарина явился беспрецедентной победой человеческого разума над силами природы, величайшим достижением науки и техники. Глубоко знаменательно, что это достижение принадлежит нашей стране — стране победившего социализма, а первым космонавтом Земли стал советский человек, член великой партии коммунистов. Его подвиг наглядно показал всему миру, сколь велики творческие силы нашего народа, возможности советской науки и техники, социалистического строя.

За годы Советской власти наша страна под руководством КПСС превратилась в могущественную державу, занимающую самые передовые позиции в развитии науки и техники. Замечательные успехи в освоении космоса — убедительное тому доказательство. Советский Союз первым запустил искусственный спутник Земли, первым направил космический корабль на Луну, создал первый искусственный спутник Солнца, впервые осуществил полет космического корабля к другой планете. Триумфальный полет Юрия Гагарина вокруг Земли, подготовленный огромным трудом ученых, рабочих, конструкторов, инженеров, техников, положил начало новому этапу освоения космического пространства — этапу регулярных рейсов космонавтов и космических экипажей.

Юрий Гагарин не только первооткрыватель космоса. Он был и навсегда останется замечательным примером человека нового, социалистического общества, настоящего коммуниста, славного сына великого русского народа. В нем как бы собрались воедино самые лучшие, самые типичные черты советского человека — беззаветная любовь к Родине, преданность коммунистическим идеалам, забота об общественных интересах, сила духа, стойкость и мужество, широта души. Это был человек с добрым сердцем, светлой улыбкой, жизнерадостный, оптимистичный, простой и скромный. Подлинный любимец нашего народа, Юрий Гагарин пользовался огромной популярностью среди всех людей Земли, независимо от их национальности, убеждений, общественного положения. Его яркая жизнь неотделима от жизни народа, страны. Вместе с ними преодолевал он трудности и испытания, учился, работал, прошел весь свой путь к вершинам славы. Биография Юрия Гагарина — замечательный пример того, какие неисчерпаемые возможности открывает социалистическое общество перед каждым своим гражданином.

Юрий Алексеевич был тесно связан с Москвой. Москвичи, как и все советские люди, горячо любили его, свято хранят его память. Именем



Рис. 1. Памятник первому космонавту планеты Ю. А. Гагарину в Москве

Гагарина назван один из районов столицы, эта площадь на Ленинском проспекте.

Полет Юрия Гагарина, его дальнейшая работа заложили основу освоения человеком космического пространства. Мы являемся свидетелями все новых выдающихся успехов в покорении космоса, новых подвигов наших героических космонавтов. Эти успехи являются закономерным результатом развития советской экономики, неустанной заботы Коммунистической партии и Советского правительства о непрерывном развитии науки, техники, культуры, о благе советского народа.

Советский Союз всегда подчеркивал, что освоение космического пространства, ставшее ныне одним из ведущих направлений научно-технического прогресса, носит интернациональный характер и призвано способствовать развитию международного сотрудничества в интересах мира.

Следуя этим принципам, наша страна последовательно осуществляет программу «Интеркосмос».

Памятник Юрию Алексеевичу Гагарину открывается вскоре после Пленума ЦК КПСС, явившегося важным событием в жизни Коммунистической партии, всей нашей страны. Пленум принял решение о созыве очередного XXVI съезда КПСС.

Москвичи, как и все советские люди, единодушно одобряют и поддерживают внутреннюю и внешнюю политику нашей партии, практическую деятельность ее Центрального Комитета, Политбюро ЦК во главе с выдающимся политическим и государственным деятелем товарищем Л. И. Брежневым. В ответ на решения Пленума трудящиеся столицы стремятся умножить свой вклад в укрепление экономического и оборонного могущества Родины, с честью выполнить свои социалистические обязательства по досрочному завершению пятилетки, по превращению Москвы в образцовый коммунистический город.

В заключение В. В. Гришин выразил благодарность скульптору П. И. Бондаренко, архитекторам Я. Б. Белопольскому и Ф. М. Гажевскому, всем, кто принимал участие в создании монумента.

*

Президент АН СССР академик А. П. Александров в своем выступлении отметил, что памятник Ю. А. Гагарину символизирует успехи, достигнутые нашим народом под руководством партии Ленина. Труднейшая научно-техническая задача (создание новой важной области приложения творческих усилий — исследование космического пространства) была решена совместным трудом советских ученых, конструкторов, рабочих. Освоение космоса уже сегодня приносит весомые плоды, существенно помогает в решении важнейших народнохозяйственных задач.

*

От имени советских космонавтов на митинге выступил дважды Герой Советского Союза генерал-лейтенант В. А. Шаталов.

— Имя Юрия Гагарина золотыми буквами вписано в летопись нашей Родины, оно навсегда вошло в историю человечества. Ю. А. Гагарин мечтал о новых полетах, стремился и готовился к ним. Ему хотелось побывать на Венере, увидеть Марс. Он будет на Венере, на Марсе — его дух героя будет всегда с теми, кто впереди. Юрий Гагарин и сейчас в нашем строю.

*

— Вот уже почти 20 лет минуло с радостного и великого дня, когда на штурм Вселенной поднялся корабль «Восток» с Юрием Алексеевичем Гагариным на борту, но мне и моим товарищам по заводу кажется, будто это было вчера, — сказал бригадир станкостроительного завода им. С. Орджоникидзе, Герой Социалистического Труда, депутат Моссовета В. Г. Комаров. — Именно здесь, на Ленинском проспекте, в апрельский день 1961 г. встречали мы первопроходца космоса. Особую гордость вселяет в нас тот факт, что Юрий Алексеевич сам был из рабочих, плоть от плоти нашего героического рабочего класса.

В. Г. Комаров рассказал о воодушевлении, вызванном в коллективе предприятия решениями июньского Пленума ЦК КПСС, о том, какими успехами готовятся встретить станкостроители предстоящий XXVI съезд партии.

— Мы, молодежь Страны Советов, горды сознанием того, что учимся и работаем в первом в мире государстве рабочих и крестьян, где родился человек, которого по праву можно назвать первооткрывателем Вселенной, — сказала студентка МГУ им. М. В. Ломоносова С. И. Титкова. — Студенческие строительные отряды МГУ в эти дни ударно, в честь предстоящего XXVI съезда КПСС трудятся на родине Гагарина — на Смоленщине. Образ советского космонавта стал идеалом для многих юношей и девушек, примером беззаветного служения Родине, партии, народу.

Заканчивается митинг. В парадном строю проходят перед монументом воины Советской Армии, летчики, военные моряки. Звучит «Марш космонавтов». Ложатся к подножию памятника букеты цветов. Идут и идут люди к мемориалу Ю. А. Гагарина. К человеку, проторившему дорогу в космос.

(ТАСС)

«Правда», «Московская правда», 5 июля 1980 г.

ГОРДИМСЯ ВАМИ, ГЕРОИ КОСМОСА!

Яркой страницей обогатилась история мировой космонавтики. Завершив небывалый по длительности 185-суточный пилотируемый полет, советские космонавты Леонид Попов и Валерий Рюмин возвратились на родную землю. Они отлично справились с обширной, насыщенной исследованиями и экспериментами научно-технической программой на борту орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз» — «Прогресс», проявив при этом всестороннее мастерство, глубокое знание сложной техники, высокие моральные качества, мужество и героизм. В изучении и освоении космоса сделан еще один этапный шаг, которым вправе гордиться наша страна.

«Новые успехи отечественной космонавтики, достигнутые в преддверии XXVI съезда Коммунистической партии Советского Союза, ярко свидетельствуют о том, что советская наука и техника находятся на передовых позициях, завоеванных упорным трудом всего нашего народа. Эти достижения являются вкладом в выполнение заданий десятой пятилетки по освоению космоса в интересах развития науки и народного хозяйства страны, замечательным подарком предстоящему XXVI съезду Коммунистической партии Советского Союза», — отметили Центральный Комитет КПСС, Президиум Верховного Совета СССР, Совет Министров СССР в своем приветствии всем принимавшим участие в подготовке и осуществлении полета. Поступающие в редакцию телеграммы показывают: советские люди от души присоединяются к этой высокой оценке.

Более полугода на виду у миллионов людей во всем мире шла напряженная работа, успех которой еще дальше продвинул отечественную космонавтику по магистральному для нее пути освоения космоса с помощью долговременных орбитальных станций. И чем дольше длился полет, тем очевиднее становилось: мы — свидетели подвига. Научного, технического, организационного и прежде всего человеческого.

Каковы его слагаемые? Создатели космической техники осуществили целый комплекс современных конструкторских и технологических решений, обеспечив высокую надежность аппаратов, использованных при реализации программы. Станция «Салют-6» функционирует на орбите уже

свыше трех лет, более полутора из них — в пилотируемом режиме. Только за последние полгода к ней причаливали пять транспортных кораблей и автоматические доставщики грузов «Прогресс», на ее борту за это время побывали четыре экспедиции посещения. Космический мост Земли — «Салют-6» — Земля действовал бесперебойно. Достойный подражания пример творческой работы на передовых рубежах научно-технического прогресса!

За нею — хорошо скоординированные усилия научных, конструкторских и производственных коллективов, экипажей космонавтов, специалистов Центра управления полетом, космодрома, командно-измерительного и поисково-спасательного комплексов. Опыт такой координации надо тщательно изучать и шире использовать в практике организации исследований.

Плоды усилий многих тысяч специалистов и коллективов во многом зависели от мастерства, волевых качеств, самоотверженности космонавтов. Л. И. Попов и В. В. Рюмин заслуженно принимают поздравления с безупречным выполнением длительного, напряженного и плодотворного по своим результатам полета. Свыше 4500 снимков различных районов суши и океана, около 40 тысяч спектрограмм атмосферы и поверхности Земли, отчеты о 150 часах наблюдений в интересах геологии, метеорологии, лесного и рыбного хозяйства и других отраслей, примерно 250 образцов полученных в невесомости новых материалов и покрытий, многочисленные медико-биологические и астрофизические исследования — таково далеко не полное описание научного багажа экспедиции. Он значительно обогатит наши знания о родной планете и окружающем ее пространстве, найдет широкое практическое применение.

От полета к полету возрастает научная и народнохозяйственная задача отечественной космонавтики. В завершающейся пятилетке она накопила значительный и качественно новый опыт, заметно расширила арсенал своих технических средств. И открывающиеся перед нею горизонты сегодня, как никогда, широки.

Огромен и повсюду в мире признан вклад, который внес Советский Союз в мирное освоение космического пространства. Только что закончившаяся экспедиция умножила славу Страны Советов — первопроходца космических трасс и инициатора широкого международного сотрудничества в этом важном для блага всего человечества деле. Вместе с отважными советскими разведчиками Вселенной В. Н. Кубасовым, В. В. Горбатов, Ю. В. Романенко в ней участвовали граждане ВНР Берталян Фаркаш, гражданин СРВ Фам Туан, гражданин Республики Куба Арнальдо Тамайо Мендес. Планомерное осуществление программы «Интеркосмос» позволило вслед за посланцами ЧССР, ПНР, ГДР, НРБ представителям еще трех братских государств выйти на околоземные орбиты. Члены четвертого основного и международных экипажей комплекса «Салют-6» — «Союз» выполнили более 70 экспериментов, совместно подготовленных учеными СССР и других стран социалистического содружества. Давняя и прочная дружба наших народов скреплена теперь и космическими узами, а их сотрудничество, взаимопомощь, интернационализм наглядно продемонстрированы над всей планетой. Как отметил Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР товарищ Л. И. Брежнев, «каждый такой совместный полет вновь и вновь возвещает человечеству: социализм — это мир, это прогресс, это братство народов».

Новая выдающаяся победа в космосе — плод повседневной заботы Коммунистической партии и Советского государства о высоких темпах

научно-технического прогресса. Это замечательное свершение вдохновляет советских людей еще настойчивее решать поставленную партией задачу — соединить достижения научно-технической революции с преимуществами социализма. Важное место здесь принадлежит и космонавтике — одному из ключевых участков широкого фронта поисков советских ученых, создающих технику завтрашнего дня, машины будущего. К ним обращены строки октябрьских Призывов ЦК КПСС:

— Советские ученые! Выше эффективность исследований, теснее связь науки с производством!

Слава советской науке!

«Правда», 14 октября 1980 г.

ПУТЯМИ АТОМОВ

Личность Александра Павловича Виноградова была живым опровержением теории «информационного кризиса», нередкого мнения о столь лавинном в наш век преумножении знаний, что никакой специалист даже в своей узкой области будто бы не способен охватить всю информацию.

Даже будучи вице-президентом Академии наук СССР (перечень других его обязанностей и постов вряд ли вместит страница), Виноградов поражал сотрудников своей лаборатории тем, что каждому мог посоветовать неизвестные тому публикации. Это в геохимии, где он давно стал мировым авторитетом. Но в широте и глубине его знаний всего, что касается глубин Земли, морей и океанов, биосферы и атмосферы, природы других планет, многократно убеждались геологи, биологи, физики, астрономы. Знания Виноградова казались неисчерпаемыми. И все они были переработаны его мыслью. Так было не только с естественными науками. На одной из Пагуошских конференций Виноградов познакомился с одним из крупнейших наших востоковедов; разговор так увлек обоих, что поглотил все свободные вечера. Темой их бесед была древнекитайская философия.

В свое время коллеги сетовали, что Виноградов разбрасывается. Фотосинтез, странное заболевание скота в Восточном Забайкалье, тонкая аналитика изотопов, минеральные удобрения — всюду он! На деле и тогда, в 30-е годы, Виноградова вела логика геохимии — молодой, XX века науки о химическом составе Земли, о путях и превращениях элементов в пространстве и времени. Сам он говорил, что переломным для него стал случай, который привел его, недавнего участника гражданской войны, добровольца Красной Армии, затем юного медика на лекцию выдающегося ученого и мыслителя Владимира Ивановича Вернадского. Встретились после лекции и так заинтересовали друг друга, что младший вскоре отклонил предложенную ординатуру по специальности отоларингологии и стал сотрудником Вернадского.

Случай случаем, но есть и закономерность. Виноградова с ранних лет интересовало, из чего состоят растения и животные, почему они растут, какова скрытая механика жизни. Виноградову трудно было не увлечься геохимическими и биохимическими идеями Вернадского. А исследование путей и судеб атомов в пространстве-времени — куда только оно не ведет? Тут одно тянет за собой другое, был бы талант, было бы желание разобраться во всех хитросплетениях — широта поисков окажется неизбежной.

В энциклопедии, где слова спрессованы, как атомы в глубинах Земли, перечень главных работ и открытий А. П. Виноградова занимает едва не целую колонку. Обнаружил, что растения при фотосинтезе берут

кислород из воды, а не из углекислого газа, как думали прежде. Ввел в науку понятие «биогеохимические провинции», установил, как химические, нередко очень тонкие различия почв и пород местности влияют на растительный и животный мир, какие от этого возникают локальные болезни (так выявилась, например, причина непонятной дотоле «зобной болезни», которую, как оказалось, вызывает нехватка йода в воде).

Таков далеко не полный перечень работ Виноградова в 30-х годах. Работ столь значительных, что уже в 1934 г. ему присуждается премия им. В. И. Ленина. Опять опуская многое, двинемся дальше. Определил средний состав главных пород Земли. Предложил гипотезу универсального образования оболочек планет и обосновал ее экспериментально (следуя замыслу Виноградова, его сотрудники воспроизвели, можно сказать, акт творения небесных тел — смоделировали процесс выделения из протопланетного вещества атмосферы, коры и прочего). Также вместе с сотрудниками определил абсолютный возраст Земли. Развил аналитическую химию, что оказало заметное воздействие на технический прогресс. Заложил основы космохимии, разработал проблему эволюции планет. По данным космических станций выделил на Луне базальтические покровы, сделал первую оценку состава венерянской атмосферы. Одному из первых ему довелось взять в руки лунное вещество и сказать миру, из чего оно состоит.

От растений и до планет — широта редкостная! Однажды людей, давно и хорошо знавших Виноградова, спросили: что не интересовало Александра Павловича? Ответить не смог никто. Его интересовало все. Надо ли говорить, что труд познания был для него радостным?

Так и жизнь строил, спрессованно и целеустремленно. День Виноградова (говорят, перенял у Вернадского) был расписан по минутам. Привычки имел аскетические, спал не более 6 часов и на обед время не тратил, вместо него — немного фруктов. Отпусков не брал, отдыхом для него была смена занятий, иногда бадминтон — играл азартно. Мысль Александра Павловича работала непрерывно: мелькнувшую хоть на собрании или банкете идею тут же записывал, пусть даже под рукой был только пригласительный билет или папиросная коробка. Энергия заведенной пружины! И так десятилетиями. Ежечасный труд, без простоев и срывов.

Трудно сказать, что было дано Виноградову «от бога», что воспитал в себе сам. Ясно одно: изначальные способности он развил в себе максимально. Знания, между прочим, идут к знаниям, мысль же рождает мысль едва ли не по закону цепной реакции. Важно войти в творческий режим, поддерживать его в себе постоянно: Виноградов это умел.

Как горный хребет представляет собой нечто гораздо большее, чем строй одиночных вершин, так и научное наследие Виноградова куда значительней его отдельных ранее упомянутых работ, какой бы очевидной ни была их самостоятельная значимость. Образ горного хребта, могучей тектонической подвижки приходит на ум невольно, ибо своим полувековым трудом Виноградов приподнял, отчасти и просто создал целый массив глубоко взаимосвязанных разделов физикохимии, геологии, биологии, планетологии; отроги же этого массива выдвинулись, с одной стороны, в технику, с другой — в медицину. Перед нами ученый, осуществивший нечастый в наше время синтез разнородных знаний и там, на стыках наук, развивший столь глубокие стратегические прорывы в неведомое, что сейчас по этим направлениям движутся многочисленные отряды исследователей. Виноградов, как немногие, умел видеть одновременно «и лес, и деревья, и листья», а за всем этим — перспективу.

Не в этом ли один из главных секретов его умения везде сказать новое слово?

Неточного, приблизительного знания он не терпел даже в малом. Однажды — дело происходило в Будапеште — участникам научной конференции показывали памятники страны. Виноградов слушал экскурсовода, морщился, наконец не выдержал: «Простите, но это могила короля не такого-то, а такого-то, и башня построена совсем в другом веке...». Опешил не только гид. «Александр Павлович, откуда вы так хорошо знаете историю Венгрии?!» — «Знаю не лучше истории других стран. Но выезжая куда-то, обязательно просматриваю несколько книг...» Память у него была завидная: ответственнейший, с массой цифр доклад мог прочитать без бумажки, а книги, казалось, не читал — листал.

Дальновидным и точным стратегом он был не только в своих исследованиях. Принимая в 1963 г. пост академика-секретаря Отделения наук о Земле АН СССР, твердо заявил о своем намерении все поставить на фундамент методов физикохимии («Описательная пора в геологии закончилась, надо исходить из этого...»). Время подтвердило справедливость такого шага.

Не меньшей, чем познание, страстью Виноградова было желание чего-то конкретного, значительного, необходимого практике, еще шире — жизни. Двадцатый век потребовал новой в науке фигуры ученого-организатора, общественного и государственного деятеля. Это требование отвечало складу характера Виноградова, и страна получила в его лице незаурядного организатора науки. Шлифовке этих качеств, очевидно, способствовала работа над атомной проблемой в 40-х годах, многолетняя дружба с Курчатовым и Келдышем. «Совершенно непонятным образом, каким-то шестым чувством он угадывал, в каком направлении стоит вести исследования, какой путь выведет потом в необъятные дали вдруг распахнувшегося горизонта науки». Эти слова сказаны о Курчатове, но их можно приложить и к деятельности Виноградова, чья интуиция также поражала многих.

Его авторитет как человека, ученого, организатора был настолько велик, что некоторые крупные, казалось бы, неизбежно требующие бесконечных бумаг и согласований дела решались им по телефону. С людьми оставался одинаково прост и доступен на всех постах. У себя в Институте геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского не терпел бездельников, пьяниц, всегда и везде ненавидел ложь, но, прежде чем с кем-нибудь расстаться, терпеливо пробовал все другие средства. Уход старых своих сотрудников переживал, старался оставить им пропуск и рабочее место. Уезжая надолго, говорил своему референту в академии: «Срочно потребуется кому-нибудь помощь, действуйте от моего имени — вплоть до подписи!».

Однако благостным добряком не был. Скорее был суров, иногда резок; в последние 20 лет жизни эти черты заметно смягчились. В обществе малознакомых людей казался замкнутым. Близкие знали его иным. После трудного дня в академии, случалось, поздно приезжал в институт, одиноко садился в кабинете — устал. Кто-то заглядывал в дверь. «А, наконец-то живая душа! Заходите, заходите...» Прослышав, забредали другие, и начинался разговор обо всем на свете, оживленный, нередко долгий. И каждый уходил чем-то обогащенный — такими были обаяние и культура Виноградова.

ПОДГОТОВКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ

ЮБИЛЕЙ ЗВЕЗДНОГО ГОРОДКА

К 20-ЛЕТИЮ ЦЕНТРА ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ
им. Ю. А. ГАГАРИНА

В 1959—1960 гг. Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР утвердили научные, технические и организационные мероприятия для подготовки полетов человека в космос, для планомерного исследования и использования космического пространства в мирных целях. Был создан Центр подготовки космонавтов, которому в последующем было присвоено имя Юрия Алексеевича Гагарина.

20 лет здесь готовились основные и дублирующие экипажи из одного, двух и трех космонавтов. Это — и командиры экипажей, и бортинженеры, и космонавты-исследователи. К 12 апреля 1980 г. сорок экипажей совершили космические полеты. В их состав входили 46 советских космонавтов и 4 космонавта из социалистических стран. Пять космонавтов выполнили по три полета, 16 — по два и 28 — по одному.

За этими показателями скрывается огромная работа, решение сложных научных, технических и организационных задач. Подготовка космонавтов к полетам осуществляется по четырем основным направлениям: подготовка к управлению космическим аппаратом и эксплуатации бортовых служебных систем; подготовка к проведению испытаний космической техники и выполнению научных экспериментов и исследований в космосе; подготовка организма космонавтов к воздействию факторов космического полета; морально-политическая и психологическая подготовка.

Первые космические полеты человека должны были дать ответ на вопрос: можно ли жить и работать в космосе? Поэтому определяющее значение имела подготовка организма космонавтов к воздействию невесомости, перегрузки, к укачиванию. Широко использовались термобарокамера, центрифуга, сурдокамера.

По мере получения данных корректировались старые или разрабатывались новые методы подготовки, новые технические средства. Так, например, после того как было выяснено, что в период адаптации к невесомости у космонавта кровь приливает к голове, разработали новые методы наземной тренировки организма для выработки компенсирующих реакций, создали бортовые средства, уменьшающие прилив крови к голове.

После первого длительного полета оказалось, что организм с трудом привыкает к земной тяжести. Специалисты разработали эффективные методы и средства, облегчающие космонавтам встречу с земным тяготением. Сейчас мы располагаем комплексом средств и методов подготовки космонавтов как до полета, так и в процессе его выполнения, обеспечивающих безопасный переход из условий невесомости к условиям земной

гравитации. Свидетельство того — прекрасное самочувствие после приземления участников длительных экспедиций на станцию «Салют-6».

По мере освоения пилотируемыми аппаратами космического пространства менялись цели и задачи профессионального мастерства космонавтов. Функции экипажа от полета к полету расширялись и усложнялись. Усложнялся и процесс подготовки.

В настоящее время принято выделять два этапа в подготовке космонавтов: этап общекосмической подготовки и этап летно-космической (непосредственной) подготовки к полету.

Общекосмическая подготовка осуществляется в группах слушателей-космонавтов по общей программе. На этом этапе экипажи еще не сформированы. Цель общекосмической подготовки — приобретение профессиональных знаний и качеств. В то же время изучаются индивидуальные особенности космонавтов. При формировании будущих экипажей приходится учитывать критерии взаимной психологической совместимости.

На первом этапе изучают общетеоретические дисциплины (основы конструкции пилотируемых космических аппаратов, принципы построения систем управления аппаратами и т. п.). Кандидаты в космонавты — летчики-испытатели и будущие командиры экипажей — приобретают также квалификацию летчика-испытателя, если они не имели ее ранее.

Сейчас назрела необходимость пересмотреть задачи общекосмической подготовки. Преимущественно технический ее уклон, оправданный на начальном этапе практической космонавтики, уже не соответствует целям сегодняшних космических полетов. Все больше места стали занимать работы в области астрономии, геологии, сельского, лесного, рыбного хозяйства. Овладеть необходимыми методами проведения этих работ на этапе непосредственной подготовки экипажей к конкретным полетам сложно из-за недостатка времени. Эти знания космонавт должен приобретать, начиная с общекосмической подготовки.

Непосредственная подготовка проводится уже в составе экипажей, формируемых перед каждым полетом на конкретном космическом аппарате и по определенной программе. Основная цель на этом этапе — формирование у космонавтов умения и навыков управления и эксплуатации космического корабля и станции, на которых предстоит совершить полет, отработка действий в непредвиденных ситуациях и взаимодействия с наземными службами Центра управления полетами. Космонавт должен освоить методику проведения экспериментов и исследований, включенных в программу полета.

Рассмотрим некоторые составные части летно-космической подготовки.

Летная и парашютная подготовка, казалось бы, должна быть обязательной. Однако находились противники летной подготовки космонавтов. Да и сторонникам ее не все было ясно: на каких типах самолетов летать? сколько часов нужно налетать и когда? какие навыки прививать, а какие могут оказаться вредными? Потребовались исследования по специально разработанным методикам и программам, прежде чем удалось ответить на все вопросы. Сейчас содержание и методика проведения этой подготовки обоснованы. Полеты на самолетах и прыжки с парашютом помогают сформировать у космонавтов профессиональные испытательские качества, необходимые для выполнения космических полетов: оперативность мышления, эмоциональную устойчивость, психологическую готовность к действиям в сложных условиях полета, способность переносить воздействие факторов космического полета.

Техническая подготовка — наиболее важный и объемный процесс. Экипаж обязан назубок знать технику, на которой предстоит летать. С годами становилось яснее, что именно изучать космонавту по конструкции корабля или станции, насколько детально следует ему знать ту или иную систему, как оценивать качество и глубину знаний. Много здесь трудностей и много рода. Экипаж начинает подготовку, когда корабль или станция еще находятся в стадии разработки или изготовления. Учебной документации еще нет, есть только рабочая. Экипажам помогают и разработчики различных систем, и инженеры-методисты.

Многолетний опыт помог выработать разнообразные формы подготовки. Это — лекционные и семинарские занятия, самостоятельное изучение, участие в испытаниях отдельных систем и комплексных испытаниях корабля (станции) на предприятиях-изготовителях и на космодроме.

Тренировки на комплексных и специализированных тренажерах (рис. 2—4) помогают космонавтам научиться управлять системами корабля (станции) и выполнять все запланированные программой полета работы.

Основные проблемы, связанные с этим видом подготовки космонавтов: обеспечение полного соответствия тренировочных операций той деятельности, которой космонавт (экипаж) должен заниматься в полете; оценка качества выполнения космонавтом (экипажем) тренировочных операций; создание на тренажере нештатных и аварийных ситуаций, которые могут возникнуть в реальном полете, и оценка поведения экипажа в этих ситуациях; разработка технических принципов построения тренажеров и их комплексов.

Наряду с развитием системы комплексных и специализированных тренажеров большое внимание уделялось созданию средств, позволяющих имитировать некоторые физические условия космического полета. Для подготовки к проведению экспериментов и исследований в космосе исключительно важно воспроизведение условий невесомости. В них можно отрабатывать перемещения космонавтов с грузами, выход в космос, выполнение монтажных, демонтажных и ремонтных работ. Обоснован и разработан метод длительных тренировок в условиях имитированной невесомости в гидросреде. На первых порах для этих тренировок использовался обычный плавательный бассейн.

В настоящее время создана специальная гидролаборатория, оснащенная телеметрическим измерительным комплексом съема, передачи и обработки информации, а также аппаратурой для кино-, фото- и телевизионных съемок. Бассейн диаметром около 24 м и высотой 12 м позволяет разместить макеты станции «Салют» и корабля «Союз» в стыкованном положении.

Для кратковременного воспроизведения невесомости используются самолеты-лаборатории, на которых при выполнении определенного режима полета в течение 20—25 с возникает невесомость. Длительное время для этой цели использовались самолеты-лаборатории Ути-МиГ-15 и Ту-104. Сейчас Центр располагает самолетами-лабораториями Ил-76 (рис. 5). Их салон имеет объем около 400 м³. В нем могут быть размещены объекты для тренировок массой до 6 т. Самолет оборудован системой съема и регистрации технической и медицинской информации.

Большое значение в подготовке космонавтов и отработке космической техники имеют средства создания перегрузок (центрифуги). Они использовались и при подготовке космонавтов к первым полетам, используются и сегодня.

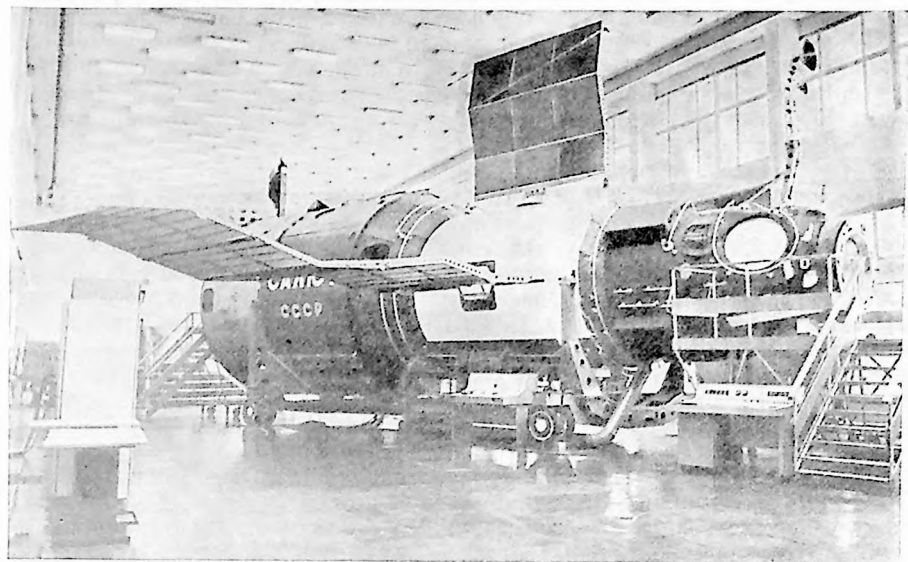


Рис. 2. Учебно-тренировочный макет орбитальной станции «Салют»

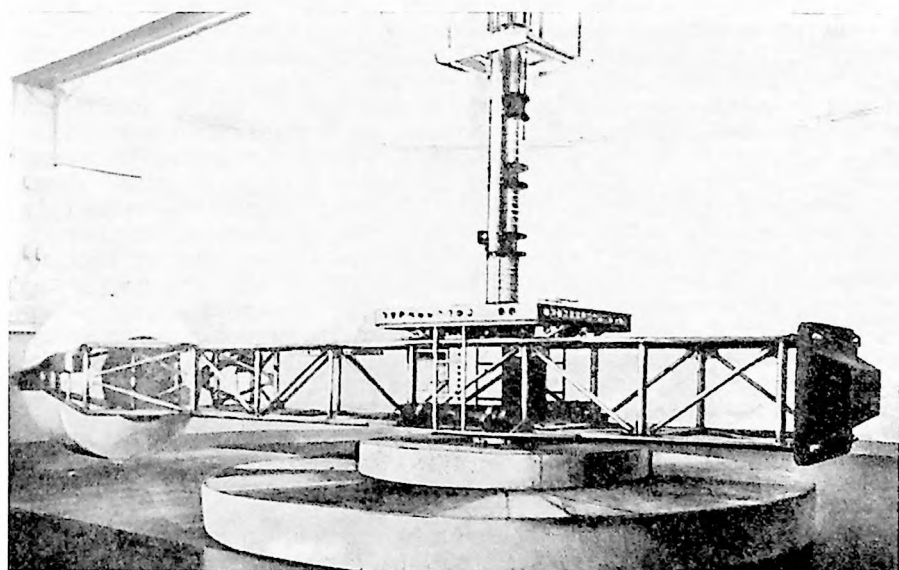


Рис. 3. Центрифуга, использовавшаяся в начальный период подготовки космонавтов.

Для хорошего знания космической навигации, а также для отработки методики научных исследований с использованием небесных светил создан с помощью специалистов ГДР и введен в эксплуатацию космический планетарий (рис. 6). Он обеспечивает точное воспроизведение около 900 звезд и созвездий всей небесной сферы, движение Солнца, Луны и планет. Горизонт небосвода в космическом планетарии на 15° ниже земного горизонта.

До сравнительно недавнего времени космические тренажеры создавались как самостоятельные автономно функционирующие средства. Каждый из них имел свой вычислитель, свою систему имитации визуальной обстановки, свой пульт управления. С увеличением числа тренажерных средств такой принцип стал экономически и технически невыгодным.

В результате анализа, проведенного специалистами Центра совместно с институтами Академии наук СССР, другими институтами и конструкторскими бюро, было предложено перейти на принципиально новую основу построения комплекса технических средств подготовки на базе общих, коллективных систем и подсистем (вычислительных, информационных и т. д.), способных обеспечить одновременную работу значительного числа тренажеров, натурных макетов, стендов.

Вычислительная и информационная техника помогает моделировать нештатные и аварийные ситуации, оперативно давать рекомендации экипажу, как действовать в таких ситуациях, объективно контролировать степень тренированности экипажа и его готовность к полету, автоматизированно планировать и контролировать подготовку космонавтов.

Серьезное внимание в подготовке космонавтов уделяется отработке методики выполнения научных и прикладных экспериментов и исследований. Объем необходимых знаний растет из года в год в связи с увеличением длительности космических полетов и возрастанием в их программах удельного веса работ, результаты которых используются в народном хозяйстве. Сейчас стала неоспоримой высокая научная и экономическая эффективность изучения Земли космическими методами. За этими методами — будущее. Поэтому неизбежно усложняются задачи подготовки космонавтов для выполнения прикладных народнохозяйственных работ. Эти задачи делятся на две категории — научно-методические и организационные. На текущем этапе организационная сторона вопроса более сложная. Дело в том, что исследования Земли из космоса по своей сути комплексные. Один экипаж на одной и той же аппаратуре проводит работу для многих отраслей народного хозяйства. Только информация потребителям нужна разная. Различные ведомственных интересов не должно отрицательно сказываться на подготовке космонавтов. Необходимо объединять в комплексы как сами эксперименты, проводимые на борту, так и подготовку к ним. У нас уже накоплен некоторый опыт комплексной подготовки экипажей для выполнения работ, интересных Госцентру «Природа», специалистам сельского и морского рыбного хозяйства.

Увеличение объема исследовательской, испытательной работы в космосе, возрастание продолжительности полетов, международный характер многих из них требуют постоянного совершенствования морально-политической и психологической подготовки космонавтов. Морально-политический фактор играет важнейшую роль в успешном решении космонавтами возлагаемых на них задач.

При организации морально-политической и психологической подготовки к космическим полетам исходным материалом служат положения марксизма-ленинизма о диалектическом соотношении человека и техники, указания КПСС о том, что космонавтика должна служить решению

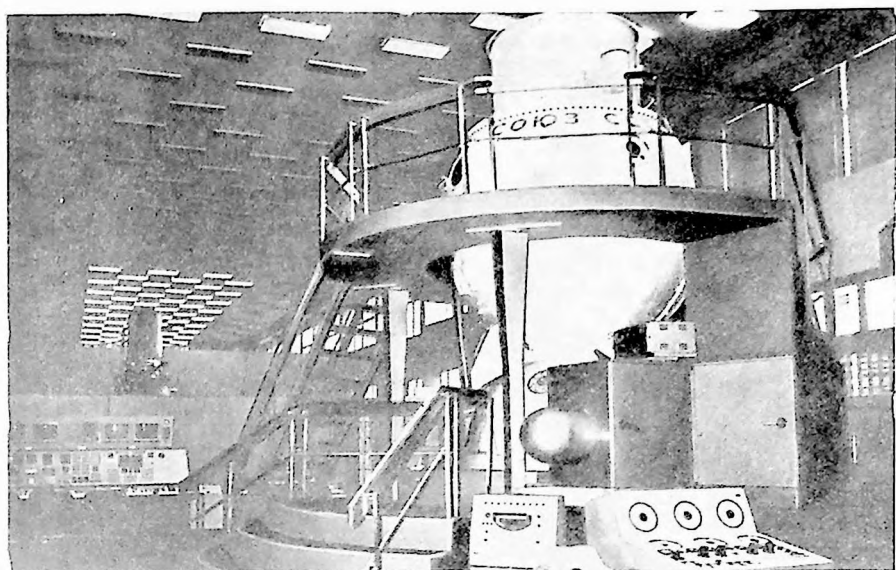


Рис. 4. Комплексный тренажер космического корабля «Союз»

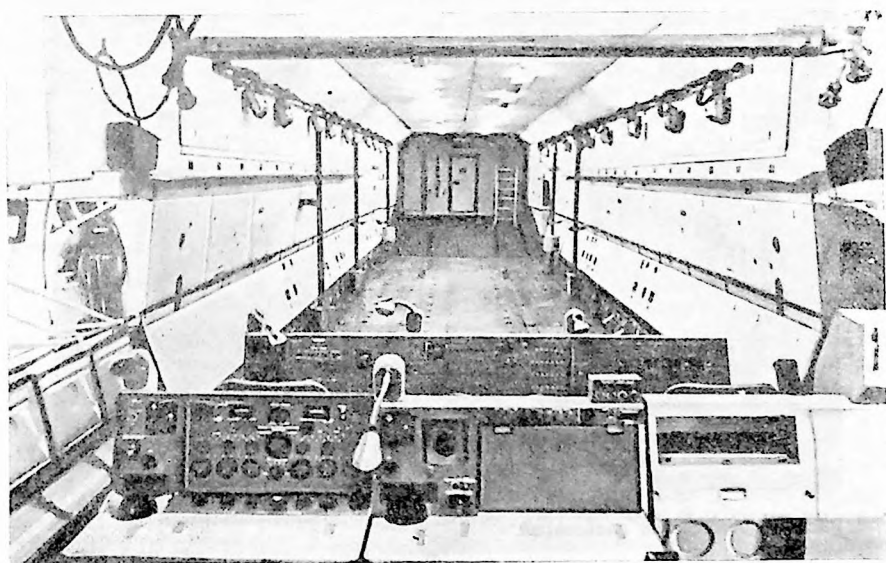


Рис. 5. Салон невесомости в самолете Ту-76

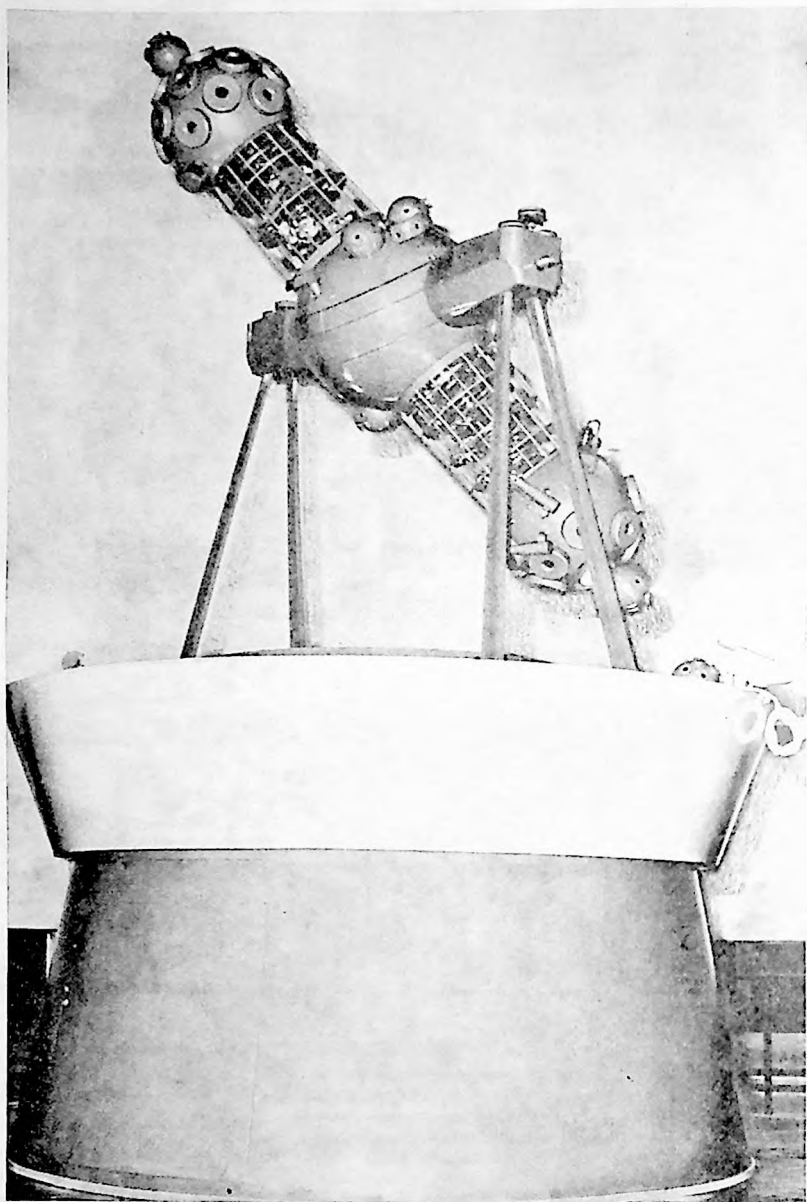


Рис. 6. Космический планетарий

социальных целей и классовых задач. Исходя из этого, вырабатывается комплексный подход к воспитанию и обучению космонавтов, к их подготовке к полетам. Только человек, глубоко понимающий социальный смысл и общественную значимость своей работы и умело владеющий техникой, способен полностью использовать ее возможности.

Г. Т. Береговой, начальник Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина, дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт

«Земля и Вселенная», 1980, № 5.

ЕСТЬ ЛИ ПРЕДЕЛ РАБОТЫ В КОСМОСЕ?

Мы быстро привыкаем к чудесам. Каждый новый этап покорения и обживания космического пространства уже не кажется нам такой сенсацией, какой был когда-то первый полет человека в космос или первый выход в черную бездну за пределы корабля... Между тем создание такого аппарата, как «Салют-6», — одновременно дома и лаборатории на орбите — уже само по себе сенсация, не говоря о длительных экспедициях на его борту, о посещении этой орбитальной станции пилотируемыми и транспортными кораблями. 140-дневная эпопея Владимира Коваленка и Александра Иванченкова и 175-дневная — Владимира Ляхова и Валерия Рюмина окончательно подтвердили реальность полноценной и деятельной жизни на орбите, открыли дорогу к еще более длительным экспедициям.

Как же удалось добиться столь выдающихся результатов? Что показали эти и предыдущие длительные вахты с точки зрения не только наших знаний о космосе, но и науки о человеке, об особенностях живого организма в экстремальных условиях? Сколько вообще может находиться человек на орбите без ущерба для здоровья и работоспособности? С такими вопросами обозреватель «Нового времени» Е. Кнорре обратилась к ведущим специалистам в космической биологии и медицине академику Олегу Георгиевичу Газенко, директору Института медико-биологических проблем, Аветику Игнатьевичу Бурназяну, заместителю министра здравоохранения СССР, и Николаю Николаевичу Гуровскому, начальнику Управления космической биологии и медицины Министерства здравоохранения СССР.

Академик О. Г. Газенко:

— Жизнеобеспечение — это комплекс мер, общая цель которых — создание благоприятных условий жизни на космических объектах, сохранение здоровья и высокой работоспособности космонавтов на протяжении длительной космической миссии. Жизнеобеспечение — очень сложное и емкое понятие, можно даже сказать, огромная социальная проблема, решение которой зависит от степени организованности общества, уровня научно-технического прогресса и бережного отношения к окружающей среде и природным ресурсам. Эта проблема охватывает и такие частные задачи, как длительные морские путешествия, подводные экспедиции, освоение Арктики и Антарктики.

Применительно к космическому полету речь идет, во-первых, об уменьшении вероятности воздействия на человека неблагоприятных внешних факторов: вакуума, метеоритов, проникающей радиации, не-

сомости, перегрузок. Естественно, что необходимо обеспечить корабль энергией, а экипаж — веществами, без которых нормальная жизнь человека невозможна: пищей, водой, кислородом, светом. Во-вторых, речь идет об удалении продуктов жизнедеятельности человека и вредных для здоровья веществ, выделяемых при работе на космическом корабле. Постоянный медицинский контроль, использование специальной аппаратуры и медикаментов позволяют не только следить, но и влиять на состояние здоровья космонавтов.

Жизнеобеспечением в космосе занимаются ныне многие видные ученые и большие научные коллективы. По-видимому, уже можно говорить о формировании нового научного направления, возникшего на стыке космической биологии и медицины, кибернетики, химической технологии, электроники и других смежных наук.

Безусловно, ни высокие оценки результатов космических экспедиций, ни размах научных исследований не дают оснований считать, что мы победили невесомость, справились со всеми проблемами жизнеобеспечения. Главное достижение заключается пока в том, что в реальном полете уже выполнены основные элементы многих профилактических мер, из которых каждая в отдельности вроде бы и не представляет ничего особенного, но, взятые вместе, в комплексе, они позволили космонавтам вести каждодневную непростую борьбу с враждебной средой и побеждать ее.

Остается тем не менее еще много трудностей, неясностей. Возьмем, к примеру, снабжение пищей, водой и кислородом. Здесь возникают затруднения из-за специфических особенностей систем жизнеобеспечения. Первая из этих особенностей в том, что системы должны работать, выполняя свои функции непрерывно в течение времени, как правило, превышающего срок службы такого оборудования на Земле. Поэтому экипажу приходится проводить профилактическое и аварийное обслуживание. Другая особенность — в сложности и уникальности многих элементов, входящих в состав этих систем. Третья — в том, что на космическом корабле мы вынуждены считаться с весовыми и энергетическими ограничениями. И это требует, например, наиболее полной регенерации воды и кислорода.

Сейчас практически все, что нужно человеку для нормальной жизни в космическом полете, мы берем с Земли. Это довольно солидный запас. Надо иметь к тому же в виду, что и длительное хранение продуктов и других веществ — достаточно трудная задача. Есть ли выход? Он может быть единственным: создавать системы жизнеобеспечения, основанные на физико-химическом, а в перспективе — на биолого-техническом круговороте веществ. В этом направлении уже сделаны первые шаги. На борту «Салюта-6» функционирует система регенерации воды из конденсата атмосферной влаги. В недалеком будущем появятся новые системы, вовлекающие в кругооборот и другие продукты жизнедеятельности человека. Разумеется, потребуются еще годы напряженной работы, пока будет создан замкнутый экологический цикл — миниатюрная автономная модель нашего естественного земного круговорота веществ.

Методов регенерации воды и кислорода существует много, как химических — с помощью различных поглотителей или специальных мембран, так и биологических — например, с использованием растений и водорослей, поглощающих углекислоту и некоторые вредные примеси. Можно также организовать воспроизводство продуктов питания на борту физико-химическими и биологическими средствами. К примеру, воспроизводство углеводов — одного из основных составляющих рациона — мож-

но обеспечить либо искусственным их синтезом, с использованием выделяемой при дыхании углекислоты и других продуктов жизнедеятельности, либо при выращивании высших растений, эксперименты с которыми уже проводятся.

В процессе подготовки к многомесячным полетам экипажей были проведены серии биологических исследований и в космосе, на борту кораблей и спутников, и на лабораторных стендах (клиностатах, центрифугах). Эти исследования проходят по планомерной программе изучения роли силы тяжести в фундаментальных биологических акциях, в жизнедеятельности разнообразных живых существ, населяющих нашу планету. И хотя к настоящему времени изучены еще не все биологические процессы, тем не менее можно предположить, что невесомость любой длительности не должна оказывать неблагоприятное влияние на простые формы жизни и на жизнедеятельность сложных организмов. С этой точки зрения можно оптимистически смотреть на увеличение длительности космических полетов человека без ущерба для его здоровья. Решение технических и биолого-медицинских задач позволит людям не только совершать длительные космические полеты и обживать соседние планеты, но и откроет дорогу в глубины Мирового океана.

Но есть еще одна, может быть не менее важная, сторона вопроса. Я имею в виду психологические аспекты, связанные с «человеческим фактором». Опыт медико-психологического обеспечения космических экспедиций, начиная с «Салюта-4», свидетельствует, что длительное пребывание на борту космического корабля сопряжено с неизбежными пока сложностями. Невесомость, большие по объему и разнообразные по составу и психологической структуре рабочие нагрузки, жесткий временной график, возможность всяких случайностей, которые у нас принято называть нештатными ситуациями, все еще в полете неизбежны. Чтобы сохранить работоспособность и предотвратить утомление космонавтов, необходим точный выбор оптимального режима труда и отдыха. Успех такого выбора, как показывает практика, возможен лишь на основе четкого представления: организм человека адаптируется к стрессовым факторам космических условий волнообразно. Стадии то более, то менее выраженных реакций чередуются, сменяя друг друга. Это выражается, в частности, в периодических колебаниях работоспособности, в волнообразных изменениях чисто физиологических показателей и психических функций. Опираясь на этот общебиологический закон, можно распределить полетную нагрузку космонавтов в соответствии с ритмами их самочувствия и работоспособности. Можно наращивать или снижать эту нагрузку в зависимости от индивидуального состояния каждого члена экипажа.

С психологической точки зрения важно учитывать существенное значение того, что космонавты в полете оторваны от привычных земных связей. Они живут в ограниченном пространстве корабля, в окружении одних и тех же предметов и людей, вступают в контакт со строго определенными земными абонентами в строго определенное время. Это развивает новые функциональные потребности в дополнительных связях, а невозможность удовлетворить потребности сказывается на настроении, на эффективности работы, ее результатах, на устойчивости к стрессам. Чтобы сохранить оптимальное психическое состояние, мы широко практикуем радио- и телевизионные встречи с семьями и близкими, со специалистами, с популярными актерами и любимыми художниками. Все это снижает эффект социальной изоляции и монотонности. Польза бесспорна. Но остается дискуссионным другой вопрос: следует ли за

основу жизнедеятельности на борту принимать усиление или ослабление подобных связей?

Современные космические полеты требуют непременно участия в них группы космонавтов. Уйти друг от друга в условиях корабля некуда. А хорошие отношения зависят не только от психологической совместимости и способности к участию в коллективных формах деятельности, но и от индивидуальных качеств человека.

Замечательные результаты приносят, скажем, терпение, выдержка. Никто ведь не гарантирован от нештатной ситуации или ошибки в действиях партнера. Но всегда надо уметь сдержаться, не проявить раздражения, которое может передаться товарищу и только ухудшит дело. Всякий накал ситуации снижает и работоспособность, и самочувствие. Ровность поведения, способность переносить длительное время психические и физические нагрузки, чувство товарищества — вот качества, необходимые космическим «марафонцам». Эти качества вырабатываются на протяжении всей жизни человека и отражают его культуру, воспитанность.

Мы часто говорим о мужестве, стойкости. Но ведь порой трудно сказать, на что требуется больше мужества — совершить одномоментно какой-нибудь отважный поступок или раз и навсегда побороть в себе вредную привычку. Никакие таблетки, ни гипноз, ни уколы не могут заменить сочетания воли с чувством долга при ежедневном выполнении обязательных занятий, предписанных, например, медицинской программой. Каждый день регулярно, независимо от настроения, от складывающейся ситуации, от любых внешних событий выполнять множество не всегда радостных, а иногда и неприятных процедур, которые занимают по нескольку часов, — вот для чего нужно подлинное мужество.

Нам, никогда не покидавшим Землю, трудно даже представить себе усилия, которые должен затратить человек для интенсивной работы в мире, лишенном веса. А космонавты не менее двух часов каждый день нагружают себя физическими упражнениями. Мы часто жалуемся на занятость, у нас куча дел, которые мешают пойти на лыжную прогулку, поплавать в бассейне хотя бы раз в неделю. У космонавтов настолько напряженная программа дня, все строго регламентировано, предписано заранее, что весьма ограничены возможности перестройки программы, выбора занятий. Именно эту строгую подчиненность регламенту работы я считаю подлинным героизмом, который рождается благодаря внутренней мобилизации и четкому пониманию поставленных целей.

А. И. Бурназян, заместитель министра здравоохранения СССР:

— Здоровье здоровых не столь простое дело, как может показаться на первый взгляд. С 1971 по 1977 г. на орбитальных комплексах «Салют» — «Союз» побывало в общей сложности 24 человека (трое из них работали на станции по два раза), а общий налет составил 1402 человеко-суток. Полеты наибольшей длительности — от 96 до 175 суток — осуществлены в 1977—1979 гг., и все экипажи чувствовали себя хорошо, сохраняли высокую работоспособность.

Теперь общепризнанно, что успех длительных космических экспедиций в значительной мере связан с достижениями космической медицины. Она набрала опыт, сформулировала основные принципы медицинского и санитарно-профилактического обеспечения, разработала методы и средства предотвращения неблагоприятного воздействия невесомости на человеческий организм. Многое сделано для обеспечения радиа-

ционной безопасности. Аprobирована целая система восстановительных мероприятий после возвращения человека на Землю из длительного полета. Конечно, сыграло огромную роль и строгое соблюдение космонавтами разработанного режима труда и отдыха, то, что они, как правило, выполняют в полном объеме все рекомендованные медиками профилактические мероприятия. В результате период адаптации к Земле прошел у участников самой длительной экспедиции даже менее напряженно, чем у предыдущих экипажей, совершивших менее продолжительные полеты, например 96-суточный.

Поскольку мы уже знаем, что длительное действие невесомости проявляется прежде всего в изменениях функционального состояния сердечно-сосудистой системы, опорно-мышечного аппарата, обмена веществ и системы крови, существенное место в медицинском обеспечении занимают тренировки на велоэргометре, бегущей дорожке, силовые упражнения с амортизаторами и резиновыми бинтами (три дня — тренировки, четвертый — активный отдых). Тренировки в костюме «Чибис», создающем отрицательное давление на нижнюю половину тела, способствуют поддержанию сосудистого тонуса, что важно для предупреждения послеполетных нарушений устойчивости тела. Костюм «Пингвин» создает нагрузку на различные группы мышц. Есть некоторый опыт использования медикаментов для предотвращения изменений обмена веществ в сердечной мышце. В длительных экспедициях мы успешно практиковали динамическую электрокардиографию — непрерывную в течение суток регистрацию биоэлектрической активности сердца, как в состоянии относительного покоя, так и при выполнении нагрузочных тестов.

Отмечено, что по мере привыкания к невесомости у космонавтов быстро складывается новая координация движений. Анализ телевизионных изображений дает возможность видеть, насколько четко и быстро эти движения совершаются.

Реакции организма обычно довольно индивидуальны. Но можно вывести и некоторые общие закономерности. Скажем, вот выводы, которые удалось сделать при планомерном контроле за эритроцитами — красными кровяными клетками, выполняющими важнейшую роль по доставке кислорода тканям. Средняя продолжительность жизни эритроцитов у человека в нормальных условиях — примерно 120 дней. Из анализа материалов о прежних полетах можно было предполагать, что в условиях невесомости происходит заметное снижение их количества. Однако пробы, взятые космонавтами у самих себя после длительного пребывания в полете и доставленные экипажами посещения на Землю, показали меньшее снижение числа эритроцитов и гемоглобина, чем в прежних, более кратких полетах. Это — важное свидетельство успешного использования всего комплекса разработанных медиками профилактических мероприятий.

Немаловажную долю в общий успех вносит и санитарно-гигиеническое обеспечение длительного пребывания человека в космосе. Мы внедрили в практику результаты большого объема исследований, и это позволило создать значительные удобства в кабинах космических кораблей и станций. Но, разумеется, всякое сколько-нибудь заметное увеличение продолжительности пребывания людей на космических объектах и усложнение программ их деятельности требуют создания все более комфортабельных условий.

Космическая коммунальная гигиена должна контролировать не только соответствующий микроклимат в кабине, освещенность, аэроионный и аэрозольный состав атмосферы, но и определять в воздухе герметич-

ного помещения допустимое количество химически вредных веществ, найти эффективные средства очистки атмосферы. Важно при этом учитывать, что в условиях отсутствия силы тяжести и действия космической радиации химические микропримеси могут переходить в ионизированное состояние, что увеличивает их ядовитость. Поэтому особые требования предъявляются и будут предъявляться к конструкционным и отделочным материалам космических аппаратов, к фильтрам и другим средствам очистки.

Комфортность космического полета не просто техническая и экономическая проблема. Это во многом одно из определяющих условий успеха осуществления поставленной полетом задачи.

Н. Н. Гуровский, доктор медицинских наук:

— Взаимовыгодное сотрудничество с другими странами — такого курса твердо придерживается наше государство с начала космической эры. Победы в освоении космоса мы считаем достижениями всего человечества и с радостью ставим их на службу всем народам во имя прогресса, счастья и блага всех людей на Земле.

Одно из основных направлений совместной деятельности с другими странами — космическая биология и медицина. Программа работ в этой области разрабатывалась социалистическими государствами с 1967 г. Уже с середины 70-х годов специалисты из братских стран социализма начали участвовать в исследованиях, проводимых на биологических спутниках и пилотируемыми экипажами, а в конце минувшего 10-летия начались полеты международных экипажей. В социалистических странах также создается научная аппаратура. Установленная на борту советских орбитальных станций, она используется не только при полетах космонавтов данной страны, но и другими экспедициями.

Так, с помощью динамического кататермометра, изготовленного в Чехословакии, изучались охлаждающие свойства воздуха и температуры тела космонавтов. Польский прибор «Электрогустометр» позволил исследовать вкусовую чувствительность, а аппаратуру из ГДР — особенности слуха космонавтов и шумового фона кабины.

Сейчас внимание специалистов привлекает исследование реакций космонавтов в первый, наиболее остро переносимый период пребывания в невесомости. Как у нас, так и в США идет разработка средств профилактики неблагоприятных явлений. Естественно, здесь успех дела решают широта исследований, участие в них как можно большего числа космонавтов и ученых.

В социалистических странах разработаны и приняты перспективные программы на ближайшее пятилетие. Они включают более 20 тем. Совместные медико-биологические эксперименты ведутся и с учеными капиталистических стран. С начала 70-х годов мы активно сотрудничаем с Францией как в наземных лабораториях, так и в условиях космического полета. Изучалась, в частности, радиационная безопасность полетов: например, исследовалось воздействие тяжелых ядер галактического излучения на биологические объекты (эксперимент «Биоблок»), велись работы по космической физиологии и микробиологии (эксперимент «Цитос»), будет изучаться функциональное состояние кровообращения в полете, в частности мозговое кровообращение и умственная работоспособность (эксперимент «Минерва»). Полная реализация этого проекта намечена на 1982—1985 гг. Французская сторона приняла предложение товарища Л. И. Брежнева об участии французского космонав-

та в полете на советском космическом комплексе. Сейчас уже завершается отбор французского экипажа, в ближайшее время наши специалисты поедут во Францию для соответствующих консультаций.

Уже 10 лет осуществляется довольно широкая программа совместных работ с учеными США. Ее координирует смешанная советско-американская рабочая группа по космической биологии и медицине. Если вначале мы просто обменивались информацией и результатами полетных и наземных экспериментов, проводимых каждой страной, то в дальнейшем американские специалисты приняли участие в экспериментах на советских биологических спутниках «Космос-782, -936, -1129». Многие наземные испытания ведутся по идентичным программам.

Всем памятен успешный полет «Союз» — «Аполлон». В 1975 г. увидел свет совместный капитальный советско-американский труд по космической биологии и медицине. Официальные представители НАСА США не раз говорили об успешности работ в рамках программы «Интеркосмос», о своей заинтересованности в них. Недавно, в январе, утвержден протокол, содержащий темы для совместного обсуждения на 1980 г.

Сотрудничество разных стран в изучении Вселенной является важным фактором международных отношений. Выйдя в космос, человек стал острее, чем когда бы то ни было, ощущать свои связи с Землей, недаром космонавты часто называют «сыновья Земли». Чем дальше, на более долгие сроки будут уходить в безбрежные просторы космонавты, тем больше будут чувствовать и понимать земляне, что они в общем-то одна семья на космическом корабле во Вселенной.

«Новое время», 1980, № 15.

КОСМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ

Мы уже привыкли к тому, что, включив телевизор, можем посмотреть передачу прямо из космоса. Сейчас на «Салюте-6» работает очередной экипаж. И мы видим, как спокойно и уверенно чувствуют себя Л. Попов и В. Рюмин, как точны их действия. Так могли бы работать люди в обычной лаборатории. Но в космосе — все необычно: невесомость, замкнутое пространство станции, отдаленность от Земли и много разных ограничений. К тому же — постоянная готовность экипажа к преодолению сложных ситуаций, возможно, неожиданных.

И тем не менее космонавты в этих условиях работают продолжительные сроки, проводят наблюдения и эксперименты, принося неоценимую пользу науке и народному хозяйству. Возможность активно действовать в условиях невесомости длительное время обеспечена, в числе других факторов, и комплексом медико-биологических и физиологических рекомендаций, разработанных группой ученых и специалистов. Важное значение в этом плане имеют и психологические аспекты.

Они дают о себе знать на всех стадиях организации и осуществления полета — от разработки проекта корабля и до завершения космического рейса. Дело в том, что проектируется не просто сам по себе летательный аппарат, а система «космонавт — летательный аппарат».

Перед психологами стоит задача раскрыть механизмы возникновения неблагоприятных психофизиологических реакций, возможных в невесомости. Советские и американские космонавты рассказывали о своеобразных ощущениях и переживаниях, появившихся у них в космических полетах. У американского астронавта Д. Макдивитта возникла навязчивая ошибка при оценке расстояния от ракеты-носителя, с которой он дол-

жен был стыковать свой корабль «Джемини-4». Из-за этого он нерационально израсходовал запас рабочего тела и не смог произвести стыковку. Начальник Центра подготовки космонавтов кандидат психологических наук Г. Т. Береговой в книге «Психологические проблемы космических полетов» делится такими наблюдениями: «В начальный период воздействия невесомости при движении рук возникали своеобразные ощущения остановки времени. Например, когда я брал карандаш и начинал писать, то у меня возникало ощущение, что рука двигается значительно медленнее, чем мне этого хотелось. Через некоторое время это ощущение перестало возникать. Можно высказать предположение, что если в условиях с обычным действием силы тяжести более значимым является осознание пространственного перемещения, в данном случае рук, чем временных характеристик движения, то в невесомости увеличивается значение осознания времени, за которое совершается движение. Видимо, в невесомости осознаются более мелкие «кванты» движения и времени, за которое это движение совершается».

С участием психологов разрабатывается программа деятельности космонавта. Ее проект включает не только перечень поручаемых ему заданий, но и требования к психическим функциям, а также рекомендации о способах действий. Например, возможно ли распределить внимание между различными источниками информации, насколько часто можно переключать внимание, как строить работу в условиях одновременной загрузки зрительного и слухового каналов?

Во время длительных космических полетов в ходе непосредственных наблюдений из космоса был обнаружен ряд психологических и психофизиологических особенностей зрительного восприятия. Космонавты заметили, что в первые дни рейса они различают меньше объектов на Земле, чем в конце полета. Так, В. И. Севастьянов отметил, что вначале при кратком воздействии невесомости острота зрения может ухудшиться. Но потом «проходит время, начинаешь замечать крупные объекты: острова, моря, горные цепи. Потом поле зрения «сужается», становится больше знакомых объектов. После второй недели полета стоило взглянуть в иллюминатор и я сразу узнавал, где летит корабль. Стал замечать суда в океане, потом — суда у причалов и даже обнаружил поезд, подходивший к мосту».

Высказывались предположения, что это — результат домисливания, ибо по теоретическим выкладкам космонавты не могли все это видеть с орбиты. Однако каждый новый полет приносит интересные факты об особенностях зрительного восприятия в космосе, которые требуют внимательного изучения.

Психологи участвуют в организации не только труда, но и всей жизнедеятельности космонавта: помогают определять наиболее рациональные режимы работы и отдыха на различных этапах полета, а также формы досуга, которые в наибольшей мере способствуют восстановлению работоспособности и эмоциональной разрядке. Особо значительное это приобретает в условиях длительных полетов. Так, во время адаптации к невесомости космонавтов нельзя перегружать заданиями, но вместе с тем им необходимо активно работать, чтобы быстрее и легче пройти этот период. Для сохранения работоспособности важно постоянно поддерживать некоторое внутреннее напряжение, психологическую установку на эффективное выполнение заданий.

Одной из проблем, в которых участие психологов наиболее значительно, можно считать отбор космонавтов и комплектование экипажей.

Подбор участников длительных групповых полетов потребовал оценки таких качеств, как психологическая совместимость, умение каждого члена экипажа координировать свои действия с действиями партнера, способность подчинять свои желания общим интересам. Экипаж должен быть сформирован так, чтобы члены его во многом дополняли друг друга. К примеру, Павел Попович и Юрий Артюхин очень разные: общительный, веселый командир и несколько замкнутый, немногословный бортинженер. Но их объединили напряженная совместная работа, взаимное уважение и доверие.

Конечно, сплочение экипажа начинается задолго до полета. Задача психологов и состоит в том, чтобы найти эффективные приемы сохранения при подготовке и в ходе полета психологического единства экипажа с учетом специфики условий, характерных для длительных космических рейсов.

Целый ряд связанных с подготовкой к полету вопросов — о мере тренированности, о способах моделирования действий на орбите в земных условиях, о сохранении полученных на Земле навыков в длительном полете и другие — требует разработки психологической теории обучения и тренировки, обеспечивающих формирование у будущего космонавта определенного набора психологических качеств: эмоциональной устойчивости, способности к саморегуляции, умения активно действовать в стрессовых ситуациях. При этом приходится учитывать индивидуально-психологические особенности каждого космонавта. Отсюда — индивидуализация обучения и тренировок и постоянный психологический контроль за их ходом. В настоящее время Институт психологии АН СССР совместно с Центром подготовки космонавтов проводит исследования в этом направлении.

Ныне они включаются и в программу самого полета как его составная часть. Опыт, полученный космонавтами на орбите, данные самонаблюдения — один из ценнейших источников знаний о психологических особенностях их деятельности.

На наших глазах возникло новое направление в психологической науке — раздел космической психологии, которая вызвана к жизни практикой околоземных полетов.

Следует отметить, что каждый полет — это эксперимент, который дает возможность изучать разнообразные психические явления в специфических ситуациях. Никакой лабораторный эксперимент не в состоянии обеспечить сложные условия деятельности, которые возникают в реальном космическом рейсе. Поэтому психологические исследования деятельности космонавтов представляют огромную ценность и для психологии в целом. Так, в результате психологических исследований, проведенных в целях отбора космонавтов, были предложены методики психологического отбора и для некоторых других специальностей, связанных с экстремальными условиями работы, в частности в авиации и на флоте.

Космическая психология переживает пору становления, определяется ее проблематика, разрабатываются методы исследования. Поэтому очень важно систематическое обсуждение полученных результатов. Итогом первого семинара, проведенного Институтом психологии АН СССР и Центром подготовки космонавтов, явилась книга «Психологические проблемы космических полетов», выпущенная в 1979 г. Эта тематика все более широко включается в программы научных конференций, а также ряда международных конгрессов.

По мере развития космонавтики и освоения космоса задачи космической психологии будут возрастать. Поэтому необходима координация усилий ученых, работающих в данном направлении.

В. Рубахин,
доктор психологических наук;

Н. Крылова,
кандидат биологических наук

«Правда», 4 августа 1980 г.

«САЛЮТ-6»: ТЕХНИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Без малого 3 года эксплуатируется орбитальная станция «Салют-6». Общеизвестна огромная научная и народнохозяйственная отдача проводящихся на ее борту исследований. Не меньшую ценность для конструкторов и разработчиков перспективной космической техники имеют специальные опыты, которые ставились на борту станции с целью более полного выявления всех возможностей техники, повышения ее надежности.

«Салют-6» — станция второго поколения. От своих предшественниц она отличается тем, что имеет два причала. Именно это новшество, а также создание автоматического транспортного грузового корабля «Прогресс» позволили достичь «Салюту-6» рекордных показателей. Но монтаж на орбите комплекса из трех аппаратов породил и ряд проблем.

«Космический поезд» получился довольно длинным, и у проектировщиков поначалу были опасения, что при стыковке появятся неприятные явления, связанные с возникновением резонансных колебаний, например отрыв второго корабля от станции. Конечно же, еще до начала проектирования комплекса были проведены всевозможные расчеты и проверки на наземных стендах, но окончательный ответ могли дать испытания лишь непосредственно в космосе. Специальные эксперименты, выполненные в ходе первых экспедиций, показали, что «связка» вполне надежна. Свыше двух десятков стыковок станции с пилотируемыми и беспилотными кораблями проведено за время эксплуатации «Салюта-6». По мнению специалистов, в недалеком будущем у станций будет три, а возможно, и больше стыковочных узлов. Надо ли говорить, сколь полезным окажется при их проектировании опыт эксплуатации «Салюта-6».

Многие из космических объектов в перспективе будут отличаться большими габаритами, например антенны радиотелескопов или фотоэлектрические коллекторы солнечных электростанций. Особенность их эксплуатации заключается в том, что они будут испытывать деформации вследствие неравномерного нагрева солнечными лучами. Перепады температур на солнечной и теневой сторонах в космосе достигают 300° С. Теоретически точно рассчитать величины таких деформаций невозможно. Поэтому на «Салюте-6» была поставлена специальная серия опытов по определению деформации комплекса. Она имела и сугубо практическую подоплеку — оценить состояние и возможность дальнейшей эксплуатации станции.

На внешних обводах «Салюта-6» прошли испытания «на старение» многие материалы (металлы, стекло, пластмассы), а на установке «Испаритель» космонавты проверили возможность нанесения или обновления различных покрытий непосредственно в космосе.

Космическая техника изначально отличалась исключительно высокой надежностью, но стопроцентная надежность ни теоретически, ни тем более практически недостижима. Более того, есть ряд изделий, срок службы которых не может превышать определенного ресурса, например аккумуляторные батареи, регенераторы атмосферы. Даже пищевые продукты и питьевую воду чрезвычайно трудно сохранить пригодными к употреблению, если речь идет о многолетних сроках.

Создателям космической техники с самого начала было ясно, что при создании долговременных объектов необходимо предусматривать возможность их профилактического обслуживания и ремонта. Но реализовать эти идеи на первых порах было трудно. Незапланированный ремонт, особенно крупный, вообще невозможно провести, поскольку у космонавтов не было ни инструментов, ни материалов, необходимых для таких работ.

Периодическое обслуживание «Салюта-6» пилотируемыми и автоматическими грузовиками кардинально изменило положение с ремонтными работами. Одиннадцать раз причаливали к станции «Прогресс», доставляя за каждый рейс больше 2 т полезного груза — это суммарно почти вдвое превышает первоначальный стартовый вес «Салюта-6». В полезную нагрузку входили не только штатные грузы (продукты, топливо, вода), но и все необходимое для текущего ремонта или замены вышедших из строя приборов. С помощью этого оборудования космонавты успешно провели такие серьезные работы, как ремонт двигательной установки станции.

Характерная деталь — в среде космических специалистов появились сотрудники, специализирующиеся в области ремонтных работ. В их задачу входит разработка как штатных инструментов для работы в космосе, так и специальных, предназначенных для устранения особо сложных отказов техники. Ими же разрабатываются наиболее рациональные способы выполнения той или иной работы.

В многочисленном семействе космических аппаратов предпочтение по вполне понятным причинам отдается должителям. А раз так, то уже в недалеком будущем ремонтные работы будут выполняться не только на пилотируемых, но и на автоматических аппаратах — связных, навигационных, метеорологических и других спутниках. С этой точки зрения накапливаемый сейчас на «Салюте-6» опыт повышения долговечности и надежности космических объектов трудно переоценить.

М. Чернышов, спец. корр. АПН

«Московская правда», 11 сентября 1980 г.

БАЙКОНУРУ — ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА

С космодрома Байконур стартовали в космос все советские космонавты и космонавты-исследователи из социалистических стран. Отсюда уходили в межпланетное пространство автоматические станции «Венера», «Марс», отправлялись космические аппараты серии «Зонд» и «Луна», многие искусственные спутники серии «Космос»... Сюда же возвращались космонавты после орбитальных полетов. На Байконуре построены стартовые комплексы, технические позиции, измерительные пункты и другие современные инженерные сооружения. Космодром тесно связан со многими научно-исследовательскими институтами, конструкторскими бюро, заводами, организациями, учреждениями.

«Здесь гением советского человека начался дерзновенный штурм космоса. 1957 год» — эти слова начертаны на пьедестале обелиска, установленного на космодроме Байконур в память о запуске первого в мире искусственного спутника Земли. Сейчас в получасе езды на автомобиле от места старта вырос многотысячный современный город. Вот что сказал о его жителях дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР В. И. Севастьянов: «Я храню в своем сердце особое, благоговейное чувство к земле Байконура. Это — священные места советской космонавтики: здесь все связано с ее историей, с ее настоящим и будущим. Здесь, на Байконуре, и время идет стремительнее, четче слышится ритм Земли, ярко проступают черты будущего. Но самое удивительное чувство вызывают люди, которые там трудятся. Это необыкновенно самоотверженные и преданные своему делу люди. Своим кропотливым повседневным трудом они помогают шагать человечеству к звездам».

Все здесь, как и на других стройках, начиналось с палаток строителей среди бурой солончаковой степи. Климатические условия в этих местах Казахстана очень суровые — жаркое, сухое лето и морозная, малоснежная, с сильными ветрами зима. Перепады температуры — от пятидесяти градусов жары до сорока градусов мороза. Естественно, и природа здесь своеобразная: редкая травянистая растительность, быстро выгорающая летом, верблюжьи колючки и перекати-поле, весной — цветущие тюльпаны, редкие кусты саксаула — вот, пожалуй, и весь растительный мир этих мест. И все же раз в году, это бывает в апреле, пока весеннюю влагу еще не успели испарить лучи Солнца, а ветры не нанесли песчаных заносов, нельзя без восхищения смотреть на бескрайние, уходящие к самому горизонту ковры из тюльпанов. В это время букеты тюльпанов можно увидеть в подземном командном пункте, или «бункере», как его здесь все называют, в квартирах, гостиницах, на столе Государственной комиссии, в салонах самолетов, улетающих с космодрома, в столовых, магазинах, в кабинках водителей автомашин и в руках специалистов, идущих на стартовую позицию для подготовки ракеты-носителя к очередному пуску. В пору тюльпанов провожали в космос Ю. А. Гагарина. Но... возвратимся к истории космодрома.

В 1954 г. была создана комиссия по выбору места для строительства космодрома. В состав ее вошли специалисты по ракетно-космической технике, планированию и строительству крупных наземных комплексов, геодезисты.

Выбор пал на один из районов Казахской ССР, на необжитой район Байконура. Любопытный факт: в 1848 г. газета «Московские губернские ведомости» писала: «Мещанина Никифора Никитина за крамольные речи о полете на Луну послать в поселение Байконур». А ведь именно здесь спустя много лет крамольные речи Никифора Никитина обратились в явь.

Уже в 1954 г. проектные институты разработали и выдали задания на проектирование комплексов космодрома. 12 февраля 1955 г. было принято решение о строительстве, и вскоре на солончаковых байконурских землях начались строительные работы.

Об объеме первоначальных строительных работ можно судить хотя бы по тому, что для сооружения одного лишь стартового комплекса требовалось вырыть котлован глубиной в 45, длиной 250 и шириной около 100 м. Из этого котлована было вывезено около 1 млн. м³ грунта.

В самые напряженные дни строительства зимой 1956 г. вынималось и вывозилось из котлована 15 тыс. м³ грунта в сутки. Очень сложным в суровый зимний период оказалось бетонирование. Приходилось оборудо-

вать громадные «тепляки» и круглосуточно отапливать их времянками, чтобы поддерживать температуру, при которой можно вести бетонные работы. Предстояло также смонтировать тысячи тонн металлоконструкций и сложнейшего оборудования, уложить сотни километров трубопроводов и кабелей, проложить автодороги, железнодорожные подъездные пути...

Сколько трудового героизма и самоотверженности проявили советские люди, завершившие уже к концу 1956 г. строительство первоочередных объектов!

В начале марта 1957 г. на космодром была доставлена первая ракета-носитель. Работа закипела с удвоенной энергией. Ведь это была первая ракета, которой предстояло проложить путь в космос.

Ракета-носитель — итог творческих замыслов и вдохновенного труда многих коллективов, и в первую очередь конструкторского бюро, руководимого С. П. Королевым, — была доставлена на космодром по частям (отдельным ступеням). 4 марта 1957 г. С. П. Королев утвердил «Техническое задание № 1», согласно которому должны были проводиться доработки прибывшего на космодром летного образца ракеты с учетом замечаний, выявленных в ходе испытаний макетного образца. После доработок в расчет испытателей космодрома включились и представители конструкторских бюро, принимавших участие в разработке и изготовлении ракеты и ее составных частей. Все вместе они приступили к испытаниям и проверкам ракеты-носителя в монтажно-испытательном корпусе. На повестке дня вставал вопрос о запуске первого в мире искусственного спутника Земли. Сергей Павлович прибыл на космодром в командировку.

Сегодня названия улиц жилой части космодрома, выросшей из поселка в современный город, напоминают о первых строителях, о создателях ракетно-космических систем, о героях-космонавтах. Зеленые магистрали города выбегают на площади, на которых установлены памятники В. И. Ленину и С. П. Королеву. Современные дома, большие магазины. В городе — институт, техникум, несколько школ, прекрасный клуб и Дом пионеров, кинотеатры, стадион с плавательным бассейном, свой телецентр, Парк культуры и отдыха. В общем, все, как в других молодых городах нашей страны. Немалая часть жителей принимает участие в подготовке к пуску космических аппаратов. А на окраине города, в здании гостиницы, завершают подготовку к полетам летчики-космонавты. В свое время в обсуждении проекта гостиницы, названной «Космонавт», активное участие принимали Ю. А. Гагарин и его товарищи. Основные предложения космонавтов были приняты строителями. В этой необычной гостинице есть специальные помещения для занятий и тренировок, комнаты для врачей и специалистов, участвующих в подготовке полета, а на территории гостиницы — целый спортивный комплекс, в том числе открытый бассейн для плавания. Привлекает внимание и аллея Космонавтов. Число деревьев на ней соответствует числу космонавтов, совершивших полеты в космос с космодрома Байконур.

Недалеко от гостиницы проходит прямая, как струна, дорога к стартовым комплексам, техническим позициям и измерительным пунктам космодрома Байконур. Оснащение стартовых комплексов, технических позиций и измерительных пунктов космодрома производит огромное впечатление. Здесь, в степи, где собраны, кажется, все новейшие достижения современной науки и техники, эксплуатируются двух-, трех- и четырехступенчатые ракеты-носители, выводящие на околоземную орбиту от нескольких сот килограммов до десятков тонн полезной нагрузки. Для

них на Байконуре построены специальные стартовые комплексы и технические позиции.

У стартовой площадки легендарных «Востоков» выстроились в ряд несколько домиков. На двух из них — мемориальные доски. Одна свидетельствует: «В этом доме жил и работал Главный конструктор Сергей Павлович Королев, 1956—1966 гг.», на другой — волнующая надпись: «В этом доме провел ночь перед первым в мире полетом в космос Юрий Алексеевич Гагарин 11—12 апреля 1961 года».

Недалеко от домиков стоит большое здание. Это монтажно-испытательный корпус, в котором собирают космические корабли. Здесь корабль пристыковывают к ракете и проводят комплексные испытания. От специалистов, работающих в монтажно-испытательном корпусе, зависит буквально все — начиная от подготовки сложнейших систем, блоков, узлов и агрегатов ракет-носителей, стартовых космических кораблей и кончая стартом.

Вот перед ними очередной космический корабль. Со всех сторон — от приборного отсека до орбитального, находящегося на вершине корабля, он охвачен «лесом» подвижных, плотно примыкающих к нему рабочих мест. Сборщики, монтажники, испытатели готовят к полету это сложное сооружение.

Рядом с кораблем на специальных платформах лежат ступени с мощными ракетными двигателями, которые после сборки составят ракету-носитель. И здесь трудятся сборщики, монтажники, испытатели.

Наконец, космический корабль можно соединить с ракетой. Но до этого космонавты должны пройти многочасовые специальные тренировки в кабине корабля по программе предстартовой подготовки.

Наступает время для соединения космического корабля с ракетой-носителем. Корабль устанавливают в горизонтальное положение, «надевают» на него обтекатель. В это время ракету медленно подвозят к космическому кораблю и соединяют с ним узлами крепления. До старта отсчитывают считанные дни.

В назначенный день рано утром огромные двери монтажно-испытательного корпуса медленно раздвигаются. К закрепленной на специальной длинной платформе ракете с космическим кораблем подходит тепловоз. И под традиционным «почетным эскортом» в составе членов Государственной комиссии, конструкторов, руководителей космодрома он трогается в путь. На старте тепловоз останавливается, включаются мощные подъемники, и ракета с кораблем медленно переходит из горизонтального положения в вертикальное. Захваты установщика крепко держат ее. Затем к ракете осторожно подводятся опорные фермы и фермы обслуживания. Вскоре ракета, опутанная сетью кабелей, площадками для стартовой команды, готова к заправке топливом. Специалисты проверяют правильность и надежность соединения коммуникаций. Все в порядке. Заполняются емкости ракеты-носителя. Звучит приказ: «Стартовым расчетам покинуть старт!» Люди уезжают на безопасное расстояние в специальное укрытие. Объявлена пятиминутная готовность. Все замирает. Работает автоматика пуска, идет надув топливных баков, закрываются дренажные клапаны. Выводятся на режим двигатели.

Старт! Огромная вспышка ослепляет, лавина огня вырывается из-под ракеты и, отразившись от бетона, клубами заволакивает ее. Страшный гул. Ракета поднимается ввысь, покидая космическую гавань Страны Советов — Байконур.

*И. Г. Борисенко, заместитель председателя
Федерации космонавтики СССР, спортивный комиссар ФАИ.*
«Земля и Вселенная», 1980, № 5.

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ «СОЮЗОВ»

Завершившийся недавно небывалый по длительности космический полет Леонида Попова и Валерия Рюмина свидетельствует: советская космонавтика уверенно развивается, опираясь на могучее движение научно-технического прогресса. Важную, во многом определяющую роль в ее достижениях играет правильный выбор советскими учеными и специалистами направления развития и общего конструктивного подхода к реализации космических систем.

Орбитальные комплексы — основное для советской пилотируемой космонавтики направление. Сейчас можно сказать, что задача создания постоянно действующих орбитальных станций со сменяемыми экипажами решается успешно.

Станция «Салют-6» более трех лет непрерывно действует на околоземной орбите. Надежно показал себя в работе весь научно-технический комплекс «Салют-6» — «Союз» — «Прогресс». Его эксплуатация стала крупным научным и инженерным достижением нашего времени.

Решена кардинальная проблема обеспечения длительной плодотворной работы человека в условиях космического полета. Практически все отрасли науки и промышленности своими самыми передовыми достижениями внесли вклад в создание орбитального комплекса.

«Салют-6» — это комплексная лаборатория, в которой живет и работает экипаж и размещается научная аппаратура для космических исследований. Доставка на станцию экипажа, его возвращение на Землю обеспечиваются транспортным кораблем «Союз». Новая научная аппаратура, топливо, компоненты системы жизнеобеспечения, приборы и агрегаты для профилактического ремонта доставляются на станцию автоматическим кораблем «Прогресс».

В данной схеме научно-технического комплекса самым важным представляется то, что основное звено — орбитальная станция «Салют-6» — функционирует на орбите постоянно. Это позволяет не только максимально использовать ее научную аппаратуру и технические установки, но и решать такую интереснейшую проблему, как обеспечение длительной работы человека в условиях космического полета. Она имеет важнейшее значение для дальнейшего развития космонавтики и, в частности, для полетов человека на другие планеты Солнечной системы.

Очень важно эффективно использовать самое дорогостоящее звено комплекса — орбитальную станцию. И действительно, с каждой новой партией грузов, заправкой станции топливом, обновлением системы жизнеобеспечения, профилактическим ремонтом оборудования мы продлеваем срок ее службы. За время эксплуатации она приняла одиннадцать грузовых кораблей «Прогресс».

Таким образом, отечественная космонавтика располагает экономичной и оправдавшей себя в эксплуатации орбитальной системой.

Важно отметить, что у действующего космического комплекса «Салют-6» — «Союз» — «Прогресс» большие перспективы совершенствования каждого звена в отдельности. Например, станция может иметь не два стыковочных узла, а больше. Транспортный грузовой корабль «Прогресс» пригоден для работы не только на трассе Земля — орбита, но и в обратном направлении, и т. п.

Расширить возможности и повысить результативность эксплуатации орбитального комплекса можно благодаря совершенствованию транспортного звена для экипажа. С созданием нового космического корабля «Союз Т» и эта задача успешно решается.

Корабль «Союз Т» способен выполнять транспортные операции в автоматическом режиме и с экипажем на борту. Кроме того, в конструктивной схеме корабля заложена возможность переоборудования его под программы специализированных автономных полетов. Причем ресурсы систем жизнеобеспечения и сроки полета можно широко варьировать.

Своими внешними очертаниями «Союз Т» повторяет корабль «Союз». Для выведения на орбиту используется та же ракета-носитель, показавшая себя надежным, отработанным, экономичным средством доставки кораблей.

В корабле «Союз Т» сохранена общая компоновочная схема «Союза», предусматривающая два обитаемых отсека — спускаемый аппарат и орбитальный. Такая компоновка полностью оправдала себя при многолетней эксплуатации кораблей «Союз», показала свою надежность и, что очень важно, возможность быстрой конструктивной модернизации. За короткий срок орбитальный отсек можно легко и с небольшими затратами переоборудовать для решения различных научных задач. Он уже использовался и как шлюзовая камера при выходе в открытый космос, и как отсек для установки новой испытываемой аппаратуры, и как переходный и грузовой отсек для корабля в транспортном исполнении, и как отсек для обеспечения условий работы и быта экипажа в автономном полете.

Корабли «Союз», «Союз Т» внешне похожи, но все основные системы «Союза Т» выполнены на принципиально новой основе с учетом более высоких возможностей современной науки и техники. Система управления движением, определяющая динамические характеристики корабля на всех участках автономного полета — после выведения, в ходе маневров по формированию рабочей или монтажной орбиты, при сближении, стыковке, на участке спуска, — базируется на бортовом вычислительном комплексе. Он не только обрабатывает информацию и направляет движение корабля, но и ведет динамический контроль разнообразных процессов.

Экипаж с помощью специального пульта, бортового вычислительного комплекса и системы «дисплей» может постоянно контролировать, а при необходимости — воздействовать на процесс управления движением корабля. Система «дисплей» на борту космических кораблей реализована в таком объеме впервые.

Двигательная установка корабля — комбинированная, имеет в своем составе три типа двигателей — малой, средней и большой тяги, работающих на одних компонентах топлива, что дает возможность расходовать его запас на решение наиболее важных задач полета.

Система обеспечения постоянства газового состава внутри корабля также отличается от аналогичной системы «Союза». Она автоматически поддерживает заданные параметры атмосферы в жилых отсеках. Баллоны с запасами кислорода расположены вне отсеков.

Новая система управления спуском корабля обеспечивает значительно более точное приземление «Союза Т». По-новому и удачно сконструированы пульты управления системами корабля и демонстрация экипажу информации об его работе. Матричная развернутая схема командно-сигнальных полей компактна, удобна и надежна в эксплуатации. Все основные системы для увеличения надежности имеют три контура управления — автоматический, полуавтоматический и ручной.

Подводя итог, можно сказать, что основные системы корабля выполнены с учетом использования современной элементной базы, значительно расширились их возможности.

Вместе с Юрием Малышевым мы тщательно готовились к программе испытаний «Союза Т-2» в реальном полете. Он не был легким, но иначе и не может быть: рождение новой космической техники — процесс сложный и трудный. Мы счастливы, что с заданием Родины справились успешно.

В первом испытательном рейсе «Союза Т» на станцию были доставлены дополнительное оборудование, приборы и аппаратура. Кроме того, мы привезли на станцию свежие овощи и фрукты.

Первый испытательный рейс «Союза Т-2», выполненный в июне этого года, подтвердил: практически все системы корабля и методики их эксплуатации в полете отвечают выдвинутым требованиям. Конечно, не обошлось и без замечаний, но их устранение — естественный процесс отработки любой новой машины.

«Это самое современное космическое транспортное средство, — сказал о корабле «Союз Т-2» товарищ Л. И. Брежнев. — Он создан советскими учеными, инженерами и рабочими на базе предыдущего поколения космических кораблей. Его использование существенно повысит эффективность программы «Интеркосмос», сделает более насыщенными последующие планы исследования внеземного пространства».

Можно с уверенностью сказать, что советская космонавтика получила новую совершенную технику и возможность еще больше увеличить эффективность космических программ.

*В. Аксенов, летчик-космонавт СССР,
дважды Герой Советского Союза*

«Правда», 22 октября 1980 г.

ПУТЬ НА ОРБИТУ

Основной ареной деятельности людей в космосе еще долгое время будет оставаться околоземное космическое пространство. Его использование в практических целях, в интересах народного хозяйства чрезвычайно эффективно. Есть и другая причина. Прежде чем пускаться в дальние странствия в межпланетном пространстве, осваивать другие небесные тела, нужно создать надежную базу вблизи Земли, решить проблемы, связанные с техническим обеспечением длительных полетов, научиться долго жить и работать в космосе.

Об одной из важнейших проблем современной космонавтики наш корреспондент беседовал с Героем Социалистического Труда, лауреатом Ленинской премии академиком В. П. Мишиным.

Через несколько месяцев мы будем отмечать 20-летие первого полета человека в космос. Имя этого человека известно во всем мире. Наш соотечественник Ю. А. Гагарин проложил в звездном океане первую трассу.

Сейчас уже никого не приходится убеждать в важности и эффективности космонавтики — новой области человеческой деятельности. Ее политическое, экономическое, социальное, научно-техническое и культурное значение очевидно.

В ближайшем будущем космонавтика обеспечит глобальную радиосвязь и телевидение, навигацию воздушных и морских судов, всемирную службу погоды и охрану окружающей среды, широкое исследование природы и природных ресурсов нашей планеты. Космонавтика дала мощный толчок развитию всех наук о Земле. Влияние ее на научно-технический прогресс возрастает год от года. В перспективе это специализиро-

ванные долговременные орбитальные станции и технологические комплексы, многоцелевые спутники и спутники для снабжения Земли электроэнергией и многое другое. На рубеже третьего тысячелетия существование человечества уже нельзя будет представить себе без активной деятельности в космосе.

Однако развитие космонавтики, судьба многих космических программ в значительной мере будут определяться организацией надежного, постоянно действующего грузового моста «Земля — орбита — Земля», эффективностью транспортных систем, предназначенных для выведения грузов в космос.

Доставка полезной нагрузки на околоземную орбиту, преодоление земного тяготения — основная энергетическая проблема космонавтики. Над ее разрешением человечеству, очевидно, придется трудиться еще немало. Не случайно К. Э. Циолковский говорил: «Первый великий шаг человечества состоит в том, чтобы вылететь за атмосферу и сделаться спутником Земли. Остальное сравнительно легко, вплоть до удаления от нашей Солнечной системы».

Это действительно так. Для преодоления земной силы тяжести нужны аппараты, обладающие колоссальной тяговооруженностью, большими запасами топлива, а следовательно, значительными массами и объемами блоков.

Чтобы вывести аппарат на орбиту искусственного спутника, ракета, стартующая с Земли, должна преодолеть сопротивление атмосферы, выдержать большие ускорения, перегрузки. Ввиду этого она нуждается в жестком удобообтекаемом и прочном корпусе. А как известно, прочность тесно связана с другой, пожалуй самой «горячей», проблемой космической техники — весовыми ограничениями. Вес конструкции космических ракет доведен до минимума, определяемого несколькими процентами от веса полностью заправленной ракеты.

С переводом космического аппарата с околоземной орбиты на траекторию полета к Луне или Марсу дело обстоит гораздо проще. В этом случае разгон аппарата происходит в безвоздушном пространстве, с меньшими ускорениями, в силу чего он может иметь более легкую конструкцию и более легкий двигатель. Дополнительную скорость в 3—4 км/с ему можно сообщить с помощью всего одной ступени ракеты.

Вот почему главное — «сделаться спутником Земли».

В настоящее время деятельность космонавтов на орбите обеспечивается транспортными пилотируемыми и автоматическими грузовыми кораблями. Благодаря им уже три года функционирует орбитальная станция «Салют-6», на которой экипажи советских космонавтов установили один за другим четыре рекорда продолжительности космических полетов, выполнили большой объем научных и научно-прикладных исследований и экспериментов. Анализируя перспективы исследования и освоения космоса, специалисты приходят к выводу, что уже в обозримом будущем грузопоток «Земля — околоземные орбиты» может намного возрасти. Связывают это как с необходимостью обеспечения эксплуатации постоянно действующих орбитальных станций, так и с возможным созданием в околоземном космосе крупногабаритных конструкций и аппаратов.

Сейчас на борту орбитальных станций даже при наличии небольшого численного экипажей в сутки расходуется до 25—30 кг различных материалов. Сюда надо доставлять топливо для двигательных установок, продукты питания, блоки для регенерации атмосферы. С увеличением экипажей станций эти расходы, естественно, намного возрастут.

Важной проблемой становится обновление оборудования станций — не только с целью замены выработавшего ресурс и морально устаревшего, но и для проведения новых экспериментов. В процессе полета у исследователей могут возникать интересные идеи. Для их проверки понадобятся новые приборы. Биологические объекты исследований также нужно обновлять.

В ходе эксплуатации орбитальных станций выяснилось, что нельзя долго хранить на борту пленки: галактическое излучение, хотя и небольшое, засвечивает их. Поэтому снятые пленки требуется возможно быстрее доставлять на Землю, а запас их регулярно возобновлять.

При интенсивной работе на станции расходуется атмосфера. Происходит это при удалении отходов через шлюзовые камеры, при выходе космонавтов в открытый космос. Поэтому время от времени надо пополнять запасы азота и кислорода.

Расходуется топливо на проведение коррекции орбиты станции, ее ориентацию. Даже при наличии на космических аппаратах так называемых безрасходных систем ориентации — маховичных, магнитных, гравитационных — и то нужны системы с расходом рабочего тела — для успокоения аппаратов. А полет станции в ориентированном положении, когда проводится масса исследований — геофизических и астрофизических, составляет большую часть времени.

Таким образом, срок эксплуатации орбитальной станции фактически находится в прямой зависимости от ее снабжения.

Это одна причина, объясняющая интенсификацию грузового моста «Земля — космос» уже в ближайшем будущем. А вот другая.

На начальном этапе освоения человеком космического пространства происходила узкая специализация искусственных спутников Земли — создавались метеорологические, связные, навигационные спутники, аппараты для исследования природных ресурсов Земли и океана. Делалось это часто даже для различных ведомств. С таким положением какое-то время мирились.

Сейчас наблюдается тенденция разрабатывать многоцелевые спутники, которые способны совмещать выполнение многих задач в интересах различных ведомств и областей народного хозяйства. Например, метеорологические и для исследования природной среды. Но такие аппараты, оснащенные универсальным научным оборудованием, более совершенными системами передачи информации и рассчитанные на длительный срок эксплуатации, не могут, естественно, быть меньше и проще существующих сейчас аппаратов.

Предусматривается техническое обслуживание, дозаправка, переналадка оборудования таких спутников непосредственно в космосе. А делать все это можно, только используя какие-либо транспортные средства.

Грузопоток «Земля — орбита — Земля» может существенно возрасти и вследствие организации в космосе производства всевозможных материалов и изделий, представляющих для науки и народного хозяйства большую ценность.

И, наконец, специалисты разных стран все более активно изучают проблему создания гигантских спутников для снабжения Земли электроэнергией. Это в определенной мере альтернатива выхода из энергетического кризиса. Для практической реализации этой проблемы придется выводить в космос многие тысячи тонн грузов.

Таким образом, создание высокопроизводительного транспортного

моста «Земля — орбита — Земля» очевидно. И не случайно над этим активно работают ученые и конструкторы разных стран.

Однако если мы возьмем этот транспортный мост и рассмотрим в обозримой перспективе направление его грузопотоков, то увидим такую картину: с Земли на орбиту движется поток тяжелогруженных грузовиков, цистерн и рефрижераторов, а обратно — редкий ручеек «Жигулей» и «Запорожцев».

О чем это говорит? О том, что невозвращаемые грузы (в том числе и сами космические аппараты) еще долго будут преобладать над возвращаемыми. Разве это не должно учитываться при разработке космических транспортных систем? Должно обязательно. И наши конструкторы это учитывают.

Невозвращаемые вовсе не означает пропадаемые. Правда, сейчас многое из того, что выводится в космос, — последние ступени ракет-носителей, спутники, грузовые автоматические корабли и даже орбитальные станции с их оборудованием, по использовании ресурса, истечении срока эксплуатации уничтожается, сгорает в атмосфере. А еще больше объектов искусственного происхождения долгое время остается на орбитах. Это всевозможные спутники и различные фрагменты ракет-носителей и космических аппаратов — обтекатели, переходники, отделившиеся детали и другие. В настоящее время их число в околоземном пространстве приближается к пяти тысячам. Это уже всерьез начинает беспокоить специалистов. При наблюдаемой тенденции к постоянному увеличению таких объектов через 50 лет вокруг Земли может образоваться пояс, что чревато серьезной опасностью для космонавтики. Поэтому придется думать о судьбе таких объектов. И, видимо, очень скоро многое из этого найдет свое применение, будет использоваться либо в целом виде, либо в качестве космического строительного материала. Возможность такого использования, конечно, придется заранее закладывать в их конструкцию. Почему бы, к примеру, топливные баки последней ступени ракеты-носителя не использовать после небольшого переоборудования непосредственно в космосе в качестве жилых помещений на орбитальной станции?

Уже сейчас довольно значительная часть грузов, доставляемых на станцию, возвращается обратно на Землю — прежде всего материалы научных исследований и экспериментов. В. Ляхов и В. Рюмин на «Союзе-32» вернули даже часть оборудования и приборов станции «Салют-6», выработавших ресурс. Сделано это было по просьбе разработчиков.

В будущем к возвращаемым материалам прибавится продукция космических цехов и заводов. И хотя масса таких грузов, очевидно, долго еще будет уступать массе грузов, выводимых в космос, над проблемой возвращения также работают ученые и конструкторы.

Существуют проекты оснащения орбитальных станций специальными возвращаемыми капсулами. В нашей стране эксперименты в этом направлении уже проводились. С «Салюта-5», например, дважды посылались на Землю такие капсулы.

Грузовой корабль «Прогресс» сейчас не имеет возвращаемого аппарата. Почему бы его или другой корабль такого типа не снабдить спускаемым аппаратом? Это не будет возвращение к «Союзу» — спускаемый аппарат автоматического беспилотного корабля будет намного проще, дешевле: ему не понадобится система жизнеобеспечения, он может входить в атмосферу с гораздо большими перегрузками, наконец, надежность его может быть менее высокой, чем у аппарата с людьми. Все вместе это позволит существенно уменьшить массу его конструкции и

оборудования, а следовательно, увеличить массу возвращаемого груза.

Как известно, эксплуатация советских орбитальных станций обеспечивается различными средствами, служащими для доставки на станции экипажей и грузов, — это пилотируемые транспортные корабли «Союз» и автоматические корабли «Прогресс», выполняющие роль грузовиков, танкеров и буксиров.

Необходимость иметь различные транспортные средства вызывается рядом причин. Для выведения на орбиту «Союзов» и «Прогрессов» применяется одна и та же ракета-носитель. А если совместить функции этих кораблей? Пилотируемый корабль, на котором экипаж доставляется на станцию и возвращается на Землю, снабжается системой жизнеобеспечения, мощной теплозащитой, системой управляемого спуска, рядом других устройств. А это съедает львиную долю полезной нагрузки, доставляемой на орбиту ракетой-носителем. Вот почему нецелесообразно применять пилотируемый корабль в качестве грузовоза даже в беспилотном варианте.

Выигрыш в массе полезной нагрузки ощутим при использовании невозвращаемого корабля, каким является «Прогресс», у которого вообще нет спускаемого на Землю аппарата. Место спускаемого аппарата занял топливный отсек. А бытовой отсек «Союза» превращен в грузовой. Здесь стеллажи, на которых закрепляются грузы. Благодаря тому что «Прогресс» не предназначается для возвращения на Землю, он освобожден от ряда систем. Поэтому в отличие от «Союза» на нем можно вывести в космос уже не 50 (помимо космонавтов), а 2300 кг груза.

Освоение околоземного космоса, помимо эксплуатации долговременных орбитальных станций, предполагает использование всевозможных спутниковых систем связи, телевидения, навигации. Здесь будут находиться спутники для астрофизических исследований, изучения природной среды и природных ресурсов Земли. Характер решаемых этими средствами задач требует размещения их на различных орбитах, уходящих от Земли подчас на многие тысячи километров.

Но одно дело вывести аппарат на низкую орбиту, и совсем другое — на стационарную. Неужели для выведения в космос разных спутников придется иметь разные по мощности ракеты-носители? Оказывается, вовсе не обязательно. Существует мнение, что целесообразнее выводить многие аппараты сначала на низкую околоземную орбиту, а затем с помощью буксира переводить их на нужные орбиты. Буксир может постоянно находиться в космосе. Понадобится лишь время от времени доправлять его топливом.

Таким образом, для обеспечения надежной работы грузового моста «Земля — орбита» может понадобиться еще один космический аппарат — межорбитальный буксир.

Роль такого аппарата уже несколько раз выполнял грузовой автоматический корабль «Прогресс». После стыковки со станцией «Салют-6» у него оставалось топливо, и его двигательная установка использовалась для поднятия орбиты станции.

Наряду с существующими ракетами-носителями специалисты не исключают наличия в арсенале транспортных средств сверхтяжелых ракет, способных выводить на низкие околоземные орбиты нагрузку во много сот тонн. Их блочная конструкция позволит широко изменять энергетические характеристики, чтобы не допускать нерационального их использования при выведении нагрузок различной массы.

Создание арсенала космических транспортных средств — задача огромной важности. Ее решение связано с совершенствованием силовых

установок, получением новых топлив, конструкционных материалов, прогрессом в области систем управления. Пути решения этой задачи различные, но во всех случаях разрабатываемые транспортные системы должны обеспечить существенное снижение стоимости доставки полезной нагрузки в космос.

Претворение в жизнь советской программы исследования космического пространства с помощью пилотируемых кораблей и орбитальных станций, начавшейся легендарным полетом первого в мире летчика-космонавта Юрия Алексеевича Гагарина, а также реализация широкой программы запусков автоматических космических аппаратов позволяют советской космонавтике добиться новых выдающихся научных достижений, извлечь еще большую практическую пользу для народного хозяйства страны.

«Авиация и космонавтика», 1980, № 11.

КАКОЙ МОЛОТОК НУЖЕН В КОСМОСЕ?

В ходе длительных полетов на орбитальном комплексе «Салют-6» — «Союз» его обитатели не раз производили профилактический ремонт оборудования, демонтировали один узлы, ставили на их место другие. Естественно, без нужного инструмента этих операций не выполнить. В создании комплекта инструментов для работы на борту кораблей и в открытом космосе принимали участие ученые Научно-производственного объединения по механизированному инструменту и отделочным машинам (НПО ВНИИСМИ).

...В одном из сеансов связи Владимир Ляхов и Валерий Рюмин просили передать благодарность тем, кто сделал для них необыкновенные гаечные ключи, отвертки, сверлилки.

Благодарность дошла по адресу: Московская область, город Химки, ВНИИСМИ. Здесь я встретился с руководителем группы разработчиков, кандидатом технических наук М. Гельфандом.

— С каждым годом расширяется круг рабочих профессий космонавтов, — сказал он. — Они могли бы в случае необходимости зачищать металлические листы, разделявать кромки под сварку, сверлить, собирать резьбовые соединения, словом, выполнять механосборочные работы. Но в условиях невесомости не так-то просто даже забить гвоздь — ведь рука не чувствует привычной тяжести молотка. А уж отвернуть гайку совсем проблема. Один из первых испытателей инструмента на орбите сетовал, что винты прикручены слишком основательно — пытаюсь снять затяжку, космонавт сам вращался вокруг отвертки.

О том, как начиналась работа по созданию специального инструмента, рассказывает О. Цыганков, один из специалистов, обеспечивающих техническое обслуживание и ремонт пилотируемых космических аппаратов:

— «Вооружили» мы испытателей почти всеми мыслимыми земными слесарно-монтажными инструментами, и... выяснилось, что ни один практически для работы в таких условиях не годится. Гайковерты, молотки, пилы нужны были действующие без отдачи.

Невесомость, ограниченность объема помещения космических кораблей и станций, труднодоступность подходов к местам обслуживания и ремонта, вакуум, воздействие высоких и низких температур, а также

наличие снаряжения, затрудняющего движения человека (скафандр, шланги системы жизнеобеспечения и прочее), предъявляют и ряд других требований.

...Комната, где работает конструктор Л. Некипелова, напоминает операционную — разложенные здесь необычной формы ножницы, торцовые ключи с хитроумными шарнирными соединениями и устройством для снятия затяжки схожи с хирургическим инструментом.

Беру что попроще — молоток. Пальцы плотно вошли в углубления на рукоятке. Такой молоток да хорошему кузнецу — мелодию на наковальне сможет отстучать. «А вы попробуйте», — говорит конструктор. Бью по стальной плите — молоток словно прилип. Отскакивать от поверхности ему не позволяет дробь, засыпанная в ударную часть. Трение между шариками в момент удара гасит отдачу.

Вот кусачки с резиновыми петлями для закрепления на перчатке скафандра — такими космонавт В. Рюмин перекусывал тросики зацепившейся антенны, когда выходил в открытый космос.

Вот ножницы с двухступенчатой рычажной системой передачи усилия — сменив насадку, можно превратить их, скажем, в плоскогубцы. В другом инструменте улавливаю сходство с пистолетом, хотя это все-навсего анкерная отвертка.

Приставляю ее «ствол» с крестообразным лезвием внутри к шлицам на цилиндрической головке винта. Нажимаю курок — и утопленные в стволе шарики выдавливаются в отверстия на боковой поверхности головки. Теперь отвертка связана с винтом в жесткую систему и может служить опорой космонавту: для этого есть ручка, подобная поручням в старых трамваях...

У кульманов склонились творцы космического слесарного арсенала. Конструируются новые орудия труда.

В. Судаков

«Правда», 19 ноября 1980 г.

ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕ В КОСМОСЕ

В жилых и рабочих отсеках космического аппарата должны поддерживаться такие условия, которые обеспечили бы космонавтам успешное выполнение программы полета и благополучное возвращение на Землю.

ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕ?

Жизнеобеспечение в космическом полете — это создание и поддержание в течение всего полета в жилых и рабочих отсеках космического аппарата таких условий, которые обеспечили бы экипажу работоспособность, достаточную для выполнения поставленной задачи, и минимальную вероятность возникновения патологических изменений в организме человека. Как это сделать? Необходимо существенно уменьшить степень воздействия на человека неблагоприятных внешних факторов космического полета — вакуума, метеоритных тел, проникающей радиации, невесомости, перегрузок; снабдить экипаж веществами и энергией, без которых невозможна нормальная жизнедеятельность организма, — пищей, водой, кислородом и светом; удалить продукты жизнедеятельности человека и вредные для здоровья вещества, выделяемые при работе систем и оборудования космического корабля; обеспечить потребности

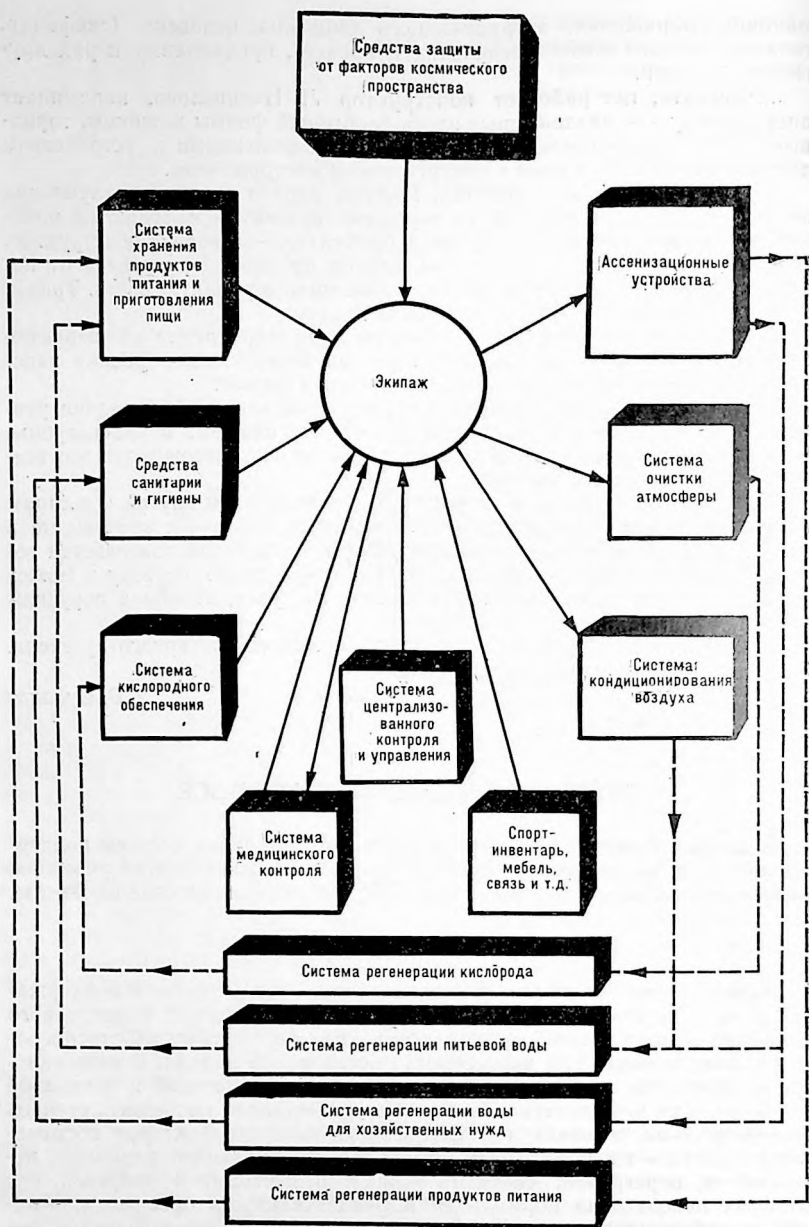


Рис. 7. Схема системы обеспечения жизнедеятельности человека

человека в движении, отдыхе, внешней информации и нормальных условиях труда; организовать медицинский контроль за состоянием здоровья экипажа и поддержание его на необходимом уровне (рис. 7).

Первые идеи о способах жизнеобеспечения человека в космическом полете были высказаны К. Э. Циолковским в 1895 г. Циолковский считал, что человек возьмет с собой в космос частичку земной биосферы, чтобы условия жизни в космическом корабле были сходны с земными. Такая «модель земных процессов» на корабле должна будет, по мнению ученого, облегчить приспособление организма к условиям космического полета. Циолковский писал: «Представим себе стеклянный шар, имеющий несколько саженей в диаметре и снабженный крепкой предохранительной сеткой из стальной проволоки. Поместите туда немного почвы, растений, кислорода, углекислого газа, азота, влаги — и все условия существования животных будут соблюдены... Разве мы не видим того же, только в крупном масштабе, на поверхности земного шара!».

Проблемы создания технических средств жизнеобеспечения в космосе стали привлекать внимание последователей Циолковского: Ф. А. Цандера, М. К. Тихонравова, С. П. Королева. По времени (1910—1935 гг.) это совпало с периодом бурного развития авиации, и многие практические решения и технические средства впервые опробовались в полетах воздухоплавателей.

В 1935 г. С. П. Королев отмечал: «Рассмотрим характеристики реактивных аппаратов, снабженных двигателями на жидком топливе. Первое — экипаж... Второе — жизненный запас. Сюда войдут все установки, приборы и приспособления для поддержания жизненных условий экипажа и его работоспособности на большой высоте. Третье — кабина, которая, очевидно, будет герметической».

Сейчас, по-видимому, уже можно говорить о формировании нового научного направления, находящегося на стыке космической биологии, медицины, кибернетики, химической технологии, электроники и других смежных наук. По медицинской линии оно ведет свое происхождение от авиационной медицины и теории обитания в подводных кораблях, по научно-технической — от технологии гигиенического оборудования авиационной и подводной техники.

ПИЩА, ВОДА, КИСЛОРОД

В настоящее время при разработке систем жизнеобеспечения наиболее трудны технические вопросы обеспечения человека пищей, водой, кислородом. Для нормальной жизнедеятельности человек должен ежедневно потреблять 700 г пищи в пересчете на сухой вес с калорийностью 3000—3300 ккал, 800 г кислорода, 2500 г питьевой воды и расходовать на санитарно-гигиенические процедуры, в том числе и на душ, не менее 2 л воды. Продукты жизнедеятельности либо удаляются, либо регенерируются (восстанавливаются) физико-химическими или биологическими методами. Пища и вода доставляются в космос в соответствующей упаковке, а кислород — в химически связанном виде.

Если не проводить восстановление продуктов жизнедеятельности, то для экипажа из трех человек на один год полета потребуется пищи (с учетом упаковки) 1,5 т, связанного кислорода 3,3 т и воды 5,9 т, т. е. почти половина массы орбитальной станции «Салют-6».

В ближайшем будущем системы регенерации позволят почти полностью воспроизводить кислород и воду на борту станции. Сейчас использованная вода после умывания и душа очищается в системе регене-

рации. Выдыхаемая влага конденсируется в холодильно-сушильном агрегате, а затем регенерируется.

Для питья и получения кислорода используется регенерированная вода. Она поступает в сборник очищенной воды. Кислород для дыхания извлекается из очищенной воды электролизом, а газообразный водород, реагируя с углекислым газом, поступающим из концентратора, образует воду, которая питает электролизер. Побочный газообразный продукт — метан — удаляется за борт. Использование такой системы позволяет уменьшить в рассматриваемом примере массу запасаемых веществ с 10,7 до 2 т.

На станции «Салют-6» созданы необходимые и достаточно комфортные условия для труда и отдыха космонавтов.

Пища. Продукты питания космонавты привозят с собой. В рацион экипажа входят разнообразные кулинарные изделия из мяса, хлеб, консервированные фрукты, фруктово-ягодные соки, кондитерские изделия. Едят космонавты 4 раза в сутки (первый и второй завтрак, обед и ужин). Меню состоит в основном из стерильных продуктов и блюд, упакованных в консервные банки массой по 100 г и алюминиевые тубы массой по 165 г. На первый завтрак и обед каждого дня полагается «добавка» — по одному поливитаминному драже «Ундевит».

Масса среднесуточного рациона без упаковки около 1400 г. Калорийность около 3300 ккал. Пищу на борту станции можно подогревать.

Наряду со «штатным» рационом питания имеется экспериментальный, составленный из сублимированных, практически полностью обезвоженных продуктов. Он может оказаться весьма эффективным в будущем при достаточно полной регенерации воды из жидких продуктов жизнедеятельности человека. В этом случае использование натуральных продуктов, содержащих в среднем до 60% воды, становится нецелесообразным. Продукты, обработанные методом вакуумной сушки, длительное время сохраняют свои свойства, не требуют применения громоздких устройств и могут быть упакованы в компактные контейнеры. В состав экспериментального рациона обычно включают супы, щи, мясо, картофель, соки, чай.

Интересно отметить, что одно из первых упоминаний о подобном рационе можно найти у Фритьофа Нансена, знаменитого норвежского исследователя Арктики, большого друга молодого Советского государства. Около 80 лет тому назад в своей книге «„Фрам“ в полярном море» он писал: «В результате был установлен руководящий принцип: такие способы консервирования мяса и рыбы, как засол, копчение или неполное вяление (высушивание), весьма ненадежны и должны быть отвергнуты, как не достигающие цели; при заготовке провiantа для длительной экспедиции необходимо учитывать предохранение пищевых средств от порчи и при этом отдавать решительное предпочтение тщательному и полному высушиванию или стерилизации с помощью высокой температуры».

Впервые с учетом задач космического полета сублимированное питание прошло тщательную и всестороннюю проверку в наземном годовом медико-техническом эксперименте, осуществленном в СССР в 1967—1968 гг.

Вода. Не менее важна задача обеспечения экипажа водой. При хранении воды происходит изменение ее свойств. У воды, хранящейся в закрытых пищевых емкостях, при комнатной температуре уже через сутки ухудшаются вкусовые качества. На длительность хранения питьевой воды влияют исходное микробное загрязнение и объем хранимой воды.

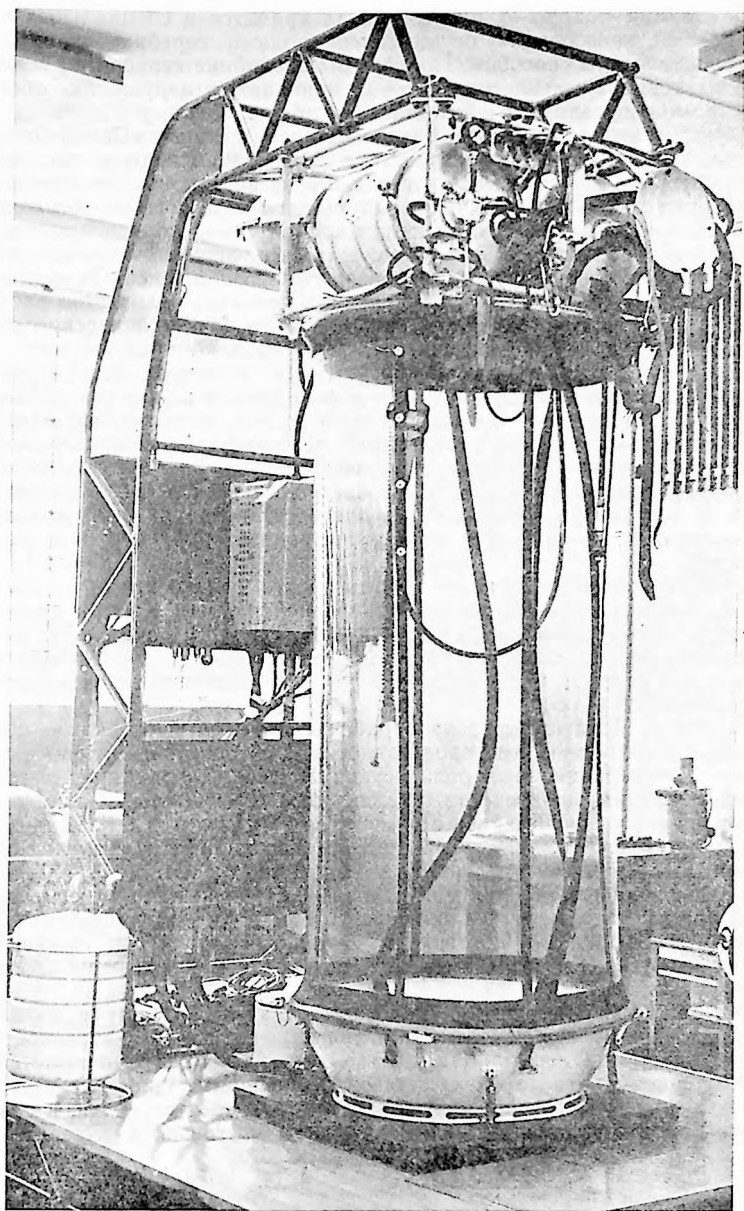


Рис. 8. Душевая установка станции «Салют-6»

На станции «Салют-6» питьевая вода хранится в специальных контейнерах. Ее консервация осуществлена ионами серебра, вводимыми электролитическим способом. Происходит адсорбция серебра на поверхности бактериальных клеток, которая приводит к нарушению обмена веществ микроорганизмов и вызывает их гибель.

Наряду с запасами питьевой воды на борту станции «Салют-6» предусмотрена экспериментальная система регенерации воды из конденсата атмосферной влаги, позволяющая в случае необходимости пополнять запасы питьевой воды. Влага, образующаяся в атмосфере станции в результате дыхания и потоотделения космонавтов, конденсируется на холодной поверхности холодильно-сушильных агрегатов, затем собирается в сборники конденсата. Образовавшийся конденсат совершенно непригоден для питья, поскольку содержит большое количество растворимых в воде вредных примесей органического и неорганического происхождения. Очистку и доведение регенерированной воды до питьевых кондиций осуществляет упомянутая система регенерации. Для этого используются патроны с различными ионообменными смолами (анионитами и катионитами) и активированным углем, а также специальное устройство для обогащения очищенной, практически дистиллированной воды необходимыми для организма солями и микроэлементами. В системе предусмотрен блок для подогрева воды (почти до кипячения), чтобы ее можно было использовать для восстановления сублимированных продуктов, а также для проведения водных процедур в душевой установке.

Душевая установка (рис. 8) весьма проста, однако эта простота делалась ценой длительной экспериментальной работы. Кабина душевой установки представляет собой эластичный цилиндр с двумя крышками, на которых размещены устройства для смешивания и распыления холодной и горячей воды, подачи горячего воздуха, удаления использованной газожидкостной смеси.

Кислород. Воздушная среда в рабочих и бытовых отсеках — обычная двухгазовая (азот, кислород) атмосфера с нормальным общим давлением. Регенерация кислорода осуществляется химическим путем с помощью специальной системы регенерации атмосферы. Содержание кислорода и углекислого газа в атмосфере регулируется с помощью газоанализаторов. Для устранения неприятных запахов и удаления других вредных примесей предусмотрен автономный фильтр. Отходы жизнедеятельности вместе с другими отходами (остатки пищи, пустые тубы и консервные банки, использованные салфетки) помещаются в специальные герметические контейнеры, которые периодически через шлюз выбрасываются в космос и, попадая в плотные слои атмосферы, сгорают в ней.

Так организовано жизнеобеспечение на станции «Салют-6». Практически все, что нужно человеку для нормальной жизнедеятельности в условиях космического полета, доставляется с Земли. Это весьма солидный запас, но его можно существенно уменьшить, применив системы физико-химической регенерации продуктов жизнедеятельности, и свести практически до нуля в биолого-техническом круговороте веществ.

ЗВЕНЬЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Видимо, в будущем появятся физико-химические системы, вовлекающие в круговорот другие продукты жизнедеятельности человека (рис. 9).

По мере отработки отдельных биологических звеньев замкнутой экологической системы целесообразно включать их в состав бортовых физико-химических комплексов жизнеобеспечения. Одним из первых биологических звеньев, вероятно, будет космическая оранжерея, различные модели которой исследуются в условиях полета орбитальных станций и биологических спутников. К. Э. Циолковский видел в высих растениях источник кислорода для дыхания и средство для воспроизведения пищи на борту. Он писал: «...для того чтобы обеспечить человеку питание при полете в ракете, ему необходимо взять с собой разные растения, которые будут очищать воздух и производить плоды...».

Очень интересный эксперимент с космической оранжереей проведен на борту биологического спутника «Космос-1129» (рис. 10). В этой оранжерее растения выращивались гидропонным методом с автоматическим поддержанием постоянной влажности субстрата (заменитель почвы). В качестве субстрата использовались пористые вещества, предварительно насыщенные минеральными солями. Две кинокамеры через каждые 10 мин осуществляли покадровую съемку развивающихся рас-

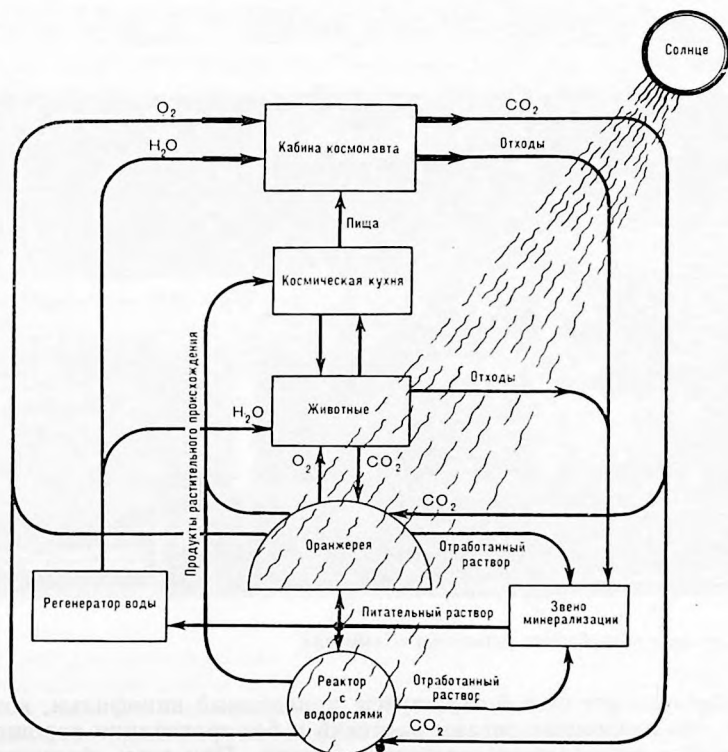


Рис. 9. Принципиальная схема замкнутой экологической системы жизнеобеспечения

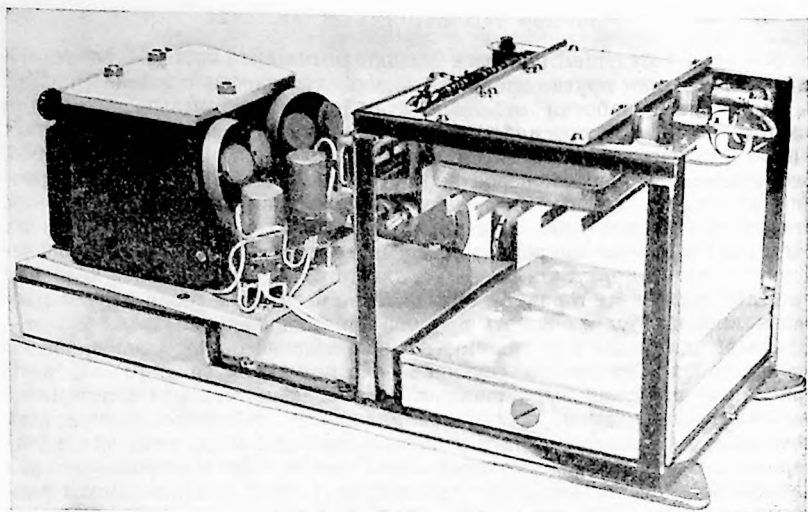


Рис. 10. Космическая оранжерея, прошедшая испытания на биологическом спутнике «Космос-1129»

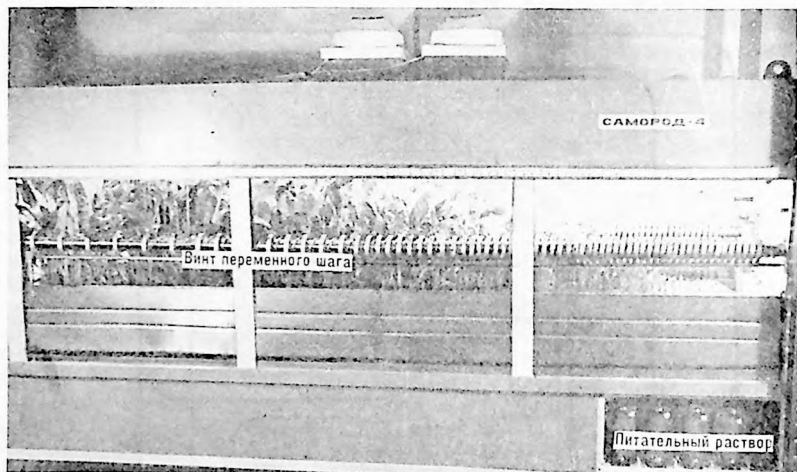


Рис. 11. Кассетно-конвейерная установка «Самород»

тений, в результате чего был получен уникальный кинофильм, который показал, что надземные органы растений и без гравитации хорошо ориентируются в направлении светового потока. При этом формируются растения, морфологически не отличающиеся от растений, выращенных в земных условиях. Исследования, проведенные на вернувшихся из по-

леса растений, показали, что листья имеют нормальную структуру, строение тканей и их соотношение такое же, как у земных растений. У листьев нормально развиты сосудистые пучки, эпидермис, устьица. В результате эксперимента стало ясно, что растения в космосе, как и космонавты, чувствуют себя хорошо.

В настоящее время разрабатываются космические оранжереи, характеризующиеся минимальной массой и энергопотреблением, наиболее полным использованием минеральных удобрений и посевных площадей, непрерывностью съема урожая.

Последние три особенности имеют решающее значение для сельскохозяйственного производства, и поэтому многое полезное из практики космических оранжерей сейчас находит применение в земной практике.

В Институте медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР разработана установка «Самород» (рис. 11), которая раздвигает растения по мере их роста, обеспечивает их минеральным питанием и работает по принципу конвейера. В лабораторных условиях и при искусственном освещении вот уже в течение двух лет с 1 м² получают в сутки 400 г сырой биомассы. Опыты, проведенные в полевых условиях под Симферополем, подтвердили эту цифру. В пересчете на сезон для южных районов страны (8 месяцев теплых солнечных дней) — это 10 000 ц с гектара сырой биомассы вместо 400—500 ц, получаемых с гектара сейчас. Большое преимущество такой схемы — экономное расходование воды и минеральных удобрений. Ведь известно, что на полях до 70% удобрений минуют корни растений и с водой уходят в реки. Еще много предстоит решить вопросов для широкого внедрения этого метода в народное хозяйство, но ясно одно, что космическое растениеводство занимает в последнее время прочное место не только в космосе, но и на Земле.

В дальнейшем, по мере усовершенствования биологических систем и с увеличением продолжительности космических полетов, биологические системы, по-видимому, станут основным типом систем жизнеобеспечения.

Б. А. Адамович, профессор

II

КОСМОС — НАУКЕ

СООБЩЕНИЕ ТАСС НА ОРБИТЕ — «ПРОГНОЗ-8»

25 декабря 1980 г. в 7 часов 02 минуты московского времени в Советском Союзе осуществлен запуск автоматической станции «Прогноз-8».

Целью запуска станции «Прогноз-8» является проведение исследований корпускулярного и электромагнитного излучения Солнца, потоков солнечной плазмы, магнитных полей в околоземном космическом пространстве с целью определения влияния солнечной активности на межпланетную среду и магнитосферу Земли.

На борту станции установлена научная аппаратура, созданная в Советском Союзе, Польской Народной Республике, Чехословацкой Социалистической Республике и Швеции по программе международного сотрудничества в области исследования и использования космического пространства в мирных целях.

Автоматическая станция «Прогноз-8» выведена на высокоэллиптическую орбиту спутника Земли с параметрами:

- максимальное расстояние от поверхности Земли (в апогее) — 199 000 километров;

- минимальное расстояние от поверхности Земли (в перигее) — 550 километров;

- начальный период обращения — 95 часов 23 минуты;

- наклонение орбиты — 65 градусов.

Кроме научной аппаратуры, на борту станции имеются: радиосистема для точного измерения элементов орбиты, радиотелеметрическая система для передачи на Землю данных о работе приборов и научной аппаратуры.

Бортовые системы и научная аппаратура станции «Прогноз-8» работают нормально.

Координационно-вычислительный центр и институты Академии наук СССР ведут обработку поступающей информации.

«Правда», 26 декабря 1980 г.

СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР И МЕЖЗВЕЗДНАЯ СРЕДА

Потоки солнечной плазмы на больших расстояниях от Солнца тормозятся межзвездной средой. Как происходит такое торможение? Как межзвездная среда проникает в Солнечную систему? Теоретические модели сложного процесса взаимодействия и результаты спутниковых и наземных измерений космического излучения помогают ответить на эти вопросы.

ЗВЕЗДНЫЙ И СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР

Звездные атмосферы различны. Есть звезды, атмосферы которых находятся в гидростатическом равновесии: гравитационная сила уравновешивается градиентом давления газа. В атмосферах других звезд нет такого равновесия, и поэтому могут возникнуть условия, при которых атмосфера звезды или ее самые внешние слои будут расширяться. Возникающие при расширении сверхзвуковые потоки газа получили название звездного ветра (в отличие от «дозвукового» звездного бриза).

Частный случай звездного ветра — солнечный ветер. Прямые измерения его параметров уже более 20 лет осуществляются космическими аппаратами, но проводились они лишь вблизи плоскости эклиптики и в сравнительно небольшой области космического пространства — примерно между орбитами Меркурия и Юпитера.

Каковы же современные представления о солнечном ветре в отдаленных от Солнца областях, которые еще недоступны для прямых измерений? Как взаимодействует солнечный ветер с межзвездной средой? Где находится область взаимодействия и какие физические процессы характерны для нее? Как эта область влияет на межпланетную среду и можно ли ее наблюдать? Ответы на эти вопросы во многом облегчат решение различных сложных проблем космической физики, связанных, например, с характеристиками межзвездной среды в окрестности Солнца, обогащением межпланетной среды атомами и молекулами из межзвездной среды, условиями распространения космических лучей в окосолнечном пространстве.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА С МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДОЙ

Как известно, солнечный ветер — это результат теплового расширения солнечной короны. Вытекающий из нее газ состоит в основном из протонов и электронов. Преодолев расстояние в несколько солнечных радиусов, потоки газа приобретают сверхзвуковую скорость. На некотором расстоянии от Солнца эта скорость становится постоянной. Но поскольку солнечный ветер проникает в межзвездный газ, он не может сохранить постоянную скорость на сколь угодно больших расстояниях. Плотность сферически-симметричного ветра падает обратно пропорционально квадрату расстояния от Солнца. Следовательно, на больших удалениях давление ветра оказывается недостаточным для продвижения в межзвездной среде, и он должен тормозиться. Если бы межзвездная среда не двигалась относительно Солнца (рис. 12), то торможение солнечного ветра от сверхзвуковой скорости до дозвуковой привело бы к образованию сферической ударной волны. При этом вся картина течения не могла бы быть, строго говоря, стационарной.

В реальных условиях положение и форма области, где солнечный ветер сильно тормозится, зависят от характера движения межзвездной среды относительно Солнца и от ее параметров. На торможение также могут влиять космические лучи и межзвездное магнитное поле. Как же движется межзвездная среда относительно Солнца? Солнце, находясь примерно в 10 ксп от центра Галактики, обращается вокруг него с линейной скоростью около 250 км/с. Солнце имеет еще хаотическую, или, как говорят астрономы, пекулярную, составляющую скорости относительно ближайших звезд, равную 20 км/с (эта скорость аналогична

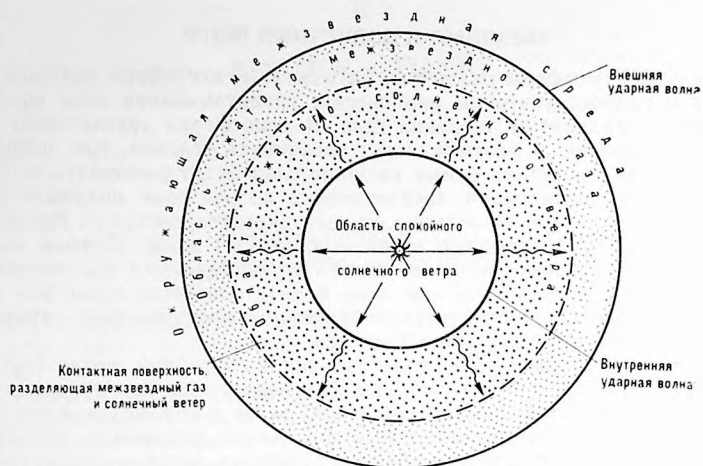
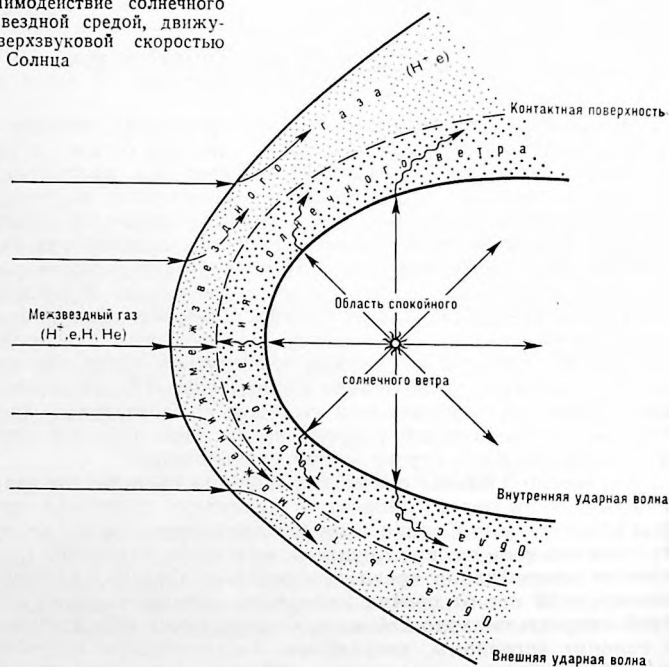


Рис. 12. Взаимодействие солнечного ветра с межзвездной средой, неподвижной относительно Солнца

Рис. 13. Взаимодействие солнечного ветра с межзвездной средой, движущейся со сверхзвуковой скоростью относительно Солнца



тепловым скоростям молекул в газе). Астрономы считают, что именно с такой скоростью движется межзвездный газ относительно Солнца.

Распределение L_{α} -квантов, измеренное, например, советскими космическими аппаратами «Марс-7» и «Прогноз-5», подтвердило наличие потоков межзвездного газа, движущегося относительно Солнца со скоростью около 20 км/с. Но есть один факт, который пока не нашел объяснения. Согласно данным о распределении L_{α} -квантов, вектор скорости межзвездного газа лежит почти в плоскости эклиптики, в то время как направление хаотической скорости движения Солнца относительно ближайших звезд составляет с плоскостью эклиптики довольно большой угол (около 50°). Отсюда следует, что движение межзвездного газа относительно Солнца может быть обусловлено не только хаотической составляющей движения Солнца, но и движением самой межзвездной среды.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Автор вместе со своими коллегами в последнее время разработал теоретическую модель взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой. Она основывается на следующих двух важных фактах. Во-первых, солнечный ветер и межзвездная среда движутся относительно Солнца со сверхзвуковой скоростью (рис. 13). Для солнечного ветра это уже давно доказано экспериментально. Что же касается межзвездной среды, то расчеты и наблюдения показывают, что температура межзвездного газа в окрестности Солнца не превышает 10^4 К. Скорость звука в газе при такой температуре меньше 20 км/с, т. е. меньше скорости, с которой движется межзвездная среда относительно Солнца.

Во-вторых, длина свободного пробега нейтральных частиц, например атомов водорода, проникающих в солнечный ветер, почти в 100 раз больше длины свободного пробега заряженных частиц. Поэтому заряженные частицы межзвездной среды гораздо раньше нейтральных атомов водорода будут останавливаться при столкновениях с электронами и протонами солнечного ветра. Нейтральные атомы водорода достаточно глубоко проникают в Солнечную систему, вызывая некоторое торможение солнечного ветра вследствие эффекта перезарядки, о чем будет сказано в дальнейшем.

Известно, что концентрация электронов и протонов в межзвездной среде ($0,03 \text{ см}^{-3}$) в несколько раз меньше концентрации атомов водорода. Но именно заряженные частицы наиболее существенным образом влияют на солнечный ветер, поскольку кулоновские взаимодействия заряженных частиц эффективнее взаимодействий между нейтральными и заряженными частицами. Поэтому, как показывают оценки, взаимодействие солнечного ветра с электронами и протонами межзвездной среды может быть описано методами, хорошо известными в гидроаэромеханике. Действительно, поскольку и солнечный ветер, и межзвездная среда движутся относительно Солнца со сверхзвуковой скоростью, то при торможении этих двух потоков в каждом образуются ударные волны. (Из гидроаэромеханики известно, что скорость сверхзвукового потока не может понизиться до дозвуковой без образования ударной волны.) Через одну проходит солнечный ветер (внутренняя ударная волна), через другую — межзвездный газ (внешняя, или головная, ударная волна). Между ударными волнами заключена область, где солнечный ветер сильно взаимодействует с межзвездной средой. Внутри этой области располагается граница, отделяющая газ солнечного ветра от газа межзвездной среды, называемая тангенциальным, или контактным, разрывом.

Такая картина аналогична картине течения, которое возникает, например, при движении метеорита, летящего со сверхзвуковой скоростью в плотных слоях земной атмосферы; впереди у него образуется головная ударная волна. В нашем случае роль метеорита играет солнечный ветер, а роль атмосферы — межзвездная среда. Другой пример — картина обтекания магнитосферы Земли солнечным ветром. Здесь также образуется ударная волна, а тангенциальным разрывом служит граница магнитосферы — магнитопауза.

Но вернемся к взаимодействию солнечного ветра с межзвездной средой. Между внутренней ударной волной и тангенциальным разрывом солнечный ветер сильно заторможен. Кинетическая энергия направленного движения потока переходит в тепловую. Температура газа в лобовой части почти достигает температуры области истечения, т. е. температуры солнечной короны. Концентрация частиц здесь хотя и возрастает в несколько раз по сравнению с концентрацией в области до ударной волны, но (в силу ее убывания обратно пропорционально квадрату расстояния от Солнца) все же много меньше, чем концентрация заряженных частиц в межзвездной среде.

В области между внешней ударной волной и тангенциальной (контактной) поверхностью разрыва концентрация заряженных частиц также возрастает в несколько раз по сравнению с концентрацией межзвездной среды, а температура торможения межзвездного газа в лобовой точке около 10^4 К. Таким образом, по одну сторону от тангенциальной поверхности разрыва находится горячая ($T \sim 10^6$ К) и очень разреженная плазма солнечного ветра, а по другую — относительно холодная ($T \sim 10^4$ К), сжатая ударной волной плазма сравнительно плотной межзвездной среды.

Численные расчеты показывают, что при типичных условиях в солнечном ветре и межзвездной среде, принятых в настоящее время, тангенциальная поверхность разрыва удалена от Солнца более чем на 100 а.е. Оценка расстояния между двумя ударными волнами дает величину того же порядка. Расстояние до области торможения, правда, сильно меняется в зависимости от условий в солнечном ветре и межзвездной среде. Например, с увеличением плотности межзвездной среды область взаимодействия «сдвигается» ближе к Солнцу.

Есть ли в настоящее время возможность наблюдать область взаимодействия солнечного ветра с заряженным компонентом межзвездной среды? Недавно автор вместе со своими коллегами пришел к выводу, что область между двумя ударными волнами можно обнаружить по мерцанию проходящего через нее радионизлучения от пульсаров и квазаров. Мерцания создаются неоднородностями, которые попадают в область взаимодействия из межзвездной среды. Основные особенности мерцаний, во-первых, — большой период (несколько сотен секунд) и, во-вторых, то, что они должны существовать только в окрестности лобовой части течения и отсутствовать в хвостовой (анизотропия мерцания). Правда, такие наблюдения пока еще не проводились.

НЕЙТРАЛЬНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Как уже отмечалось, в межзвездной среде, кроме заряженных частиц, имеются в большом количестве и нейтральные, например атомы водорода и гелия. Есть и молекулы, но их там так мало, что они не оказывают никакого воздействия на солнечный ветер. Атомов водорода в несколько раз больше, чем протонов, но на качественную картину взаи-

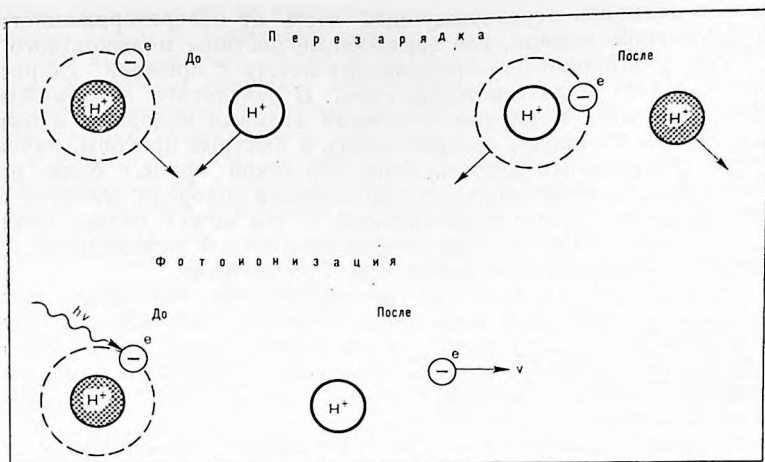


Рис. 14. Перезарядка и фотоионизация

модействия они не влияют. Имеющие большую длину свободного пробега, они глубоко проникают в солнечный ветер и либо гибнут при ионизации ультрафиолетовым солнечным излучением и перезарядке с протонами солнечного ветра, либо свободно проходят сквозь Солнечную систему, изменив свою траекторию под действием гравитации и радиационного давления Солнца (рис. 14).

В процессе перезарядки атом водорода при встрече с протоном отдает ему свой электрон и становится протоном. Бывший протон, принимая от атома электрон, становится атомом. Если летящий из межзвездной среды со скоростью 20 км/с атом водорода перезарядается протоном солнечного ветра, скорость которого 400 км/с, то в результате образуется быстрый атом водорода (скорость 400 км/с) и медленный протон (скорость 20 км/с). Последний захватывается солнечным ветром и ускоряется. Расчеты показывают, что процесс перезарядки приводит к некоторому уменьшению скорости солнечного ветра. Не нарушая качественной картины течения, такой процесс лишь «приближает» к Солнцу область взаимодействия между ударными волнами.

Характер взаимодействия солнечного ветра с заряженным компонентом межзвездной среды может существенно влиять на проникновение нейтральных атомов в Солнечную систему, что, в свою очередь, может привести к изменению интерпретации измерений рассеянного L_{α} -излучения. Такие измерения — пока что единственный метод определения параметров межзвездной среды в окрестности Солнца. Проблема обогащения Солнечной системы атомами и молекулами из межзвездной среды сейчас широко обсуждается. Высказываются даже предположения, что нейтральные частицы, попадающие в Солнечную систему из межзвездной среды, могут изменить климат планет.

Идею о возможном влиянии области взаимодействия заряженных компонентов между ударными волнами на проникновение в Солнечную систему атомов водорода недавно высказал английский ученый М. Уоллес. Действительно, если скорость протонов и атомов в невозмущенной межзвездной среде относительно Солнца одинакова, то процесс перезарядки не будет играть никакой роли, поскольку при одинаковой скоро-

сти нельзя отличить перезаряженный атом от перезаряженного. За внешней ударной волной, где заряженные частицы межзвездного газа тормозятся, а нейтральные продолжают лететь с прежней скоростью, перезарядка уже играет важную роль. В результате заторможенные протоны становятся медленно летящими атомами водорода, а бывшие быстрые атомы водорода, превратившись в быстрые протоны, начинают тормозиться солнечным ветром. Ясно, что такой процесс будет приводить к обеднению межзвездной среды атомами водорода. Расчеты показывают, что этот процесс существенный, а это может сильно изменить наши нынешние представления об околосолнечной межзвездной среде, полученные в результате интерпретации L_{α} -излучения.

В последнее время проблема взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой стала привлекать внимание специалистов, изучающих космические лучи. Асимметрия солнечного ветра, вызванная обтеканием его межзвездной плазмой, влияет на характер распространения космических лучей в Солнечной системе и позволяет объяснить ряд наблюдаемых физических явлений.

В проблеме взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой пока еще много неясного. Поскольку космические аппараты в настоящее время летают только в плоскости эклиптики, до сих пор нет прямых экспериментальных доказательств того, что солнечный ветер сферически симметричен. Такое доказательство получено из косвенных наблюдений. О сферической симметрии ветра свидетельствуют хвосты комет, которые всегда вытянуты в сторону от Солнца.

До конца также неясно, почему направление скорости нейтральных частиц межзвездной среды, определяемой по рассеянию L_{α} -излучения почти совпадает с плоскостью эклиптики, а не с пекулярным движением Солнца относительно ближайших звезд. Удивительным кажется совпадение величин этих скоростей (20 км/с).

Модель взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой и физические процессы, обусловленные этим взаимодействием, требуют, конечно, тщательной экспериментальной проверки. Полеты космических аппаратов, которые можно будет осуществлять не только в плоскости эклиптики, значительно расширят наши знания об окружающем космическом пространстве.

В. Б. Баранов, доктор физико-математических наук
«Земля и Вселенная», 1980, № 2.

ФИЗИКА В КОСМОСЕ

18 декабря 1980 г. Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий зарегистрировал открытие в области физики космоса, сделанное советскими учеными.

Группа сотрудников Научно-исследовательского института ядерной физики МГУ, руководимая академиком С. Н. Верновым, и две группы исследователей из Физического института АН СССР им. П. Н. Лебедева, работающих под руководством старшего научного сотрудника Л. В. Курносовой и члена-корреспондента АН СССР С. Л. Мандельштама, с помощью комплекса различных научных приборов, размещенных на кораблях-спутниках, установила явление стока частиц радиационных поясов Земли под отрицательными магнитными аномалиями.

Эксперименты, проведенные на первых спутниках, показали, что око-

лоземное пространство за пределами атмосферы вовсе не «пустое». Оно заполнено плазмой, пронизано потоками энергичных частиц. В 1958 г. в ближнем космосе были обнаружены радиационные пояса Земли — гигантские магнитные ловушки, заполненные заряженными частицами — протонами и электронами высоких энергий.

Наибольшая интенсивность радиации в поясах наблюдается на высотах в несколько тысяч километров. Теоретические оценки показывали, что ниже 500 км не должно быть повышенной радиации, связанной с поясами. Поэтому совершенно неожиданным было обнаружение во время полетов первых советских космических кораблей областей интенсивной радиации на высотах до 200—300 км. Оказалось, что обнаруженные различными приборами «аномалии радиации» связаны с аномальными зонами магнитного поля Земли.

Интересно отметить, что аномалии радиации оказалось возможным наблюдать и «визуально». При пролете сквозь области таких аномалий космонавты видят яркие короткие вспышки, если глаз предварительно адаптировался в темноте. Это свечение связано с воздействием частиц на хрусталик и сетчатку глаза.

И. Новодворский

«Известия», 18 декабря 1980 г.

ВСПЛЕСКИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Космические аппараты дали возможность исследовать излучения, не проникающие сквозь толщу земной атмосферы. В последние годы благодаря этому были открыты всплески гамма-излучения. В настоящее время достоверно зафиксировано около 90 всплесков.

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ

Военное ведомство США субсидировало запуск спутников серии «Вела», оборудованных детекторами рентгеновского и гамма-излучения. В полете находились одновременно от двух до четырех спутников для того, чтобы по времени прихода излучения с помощью нескольких спутников определить место наземного источника.

Среди сигналов, обнаруженных спутниками «Вела» в виде гамма-излучения с энергией в интервале 0,1—1 МэВ, оказались и такие, которые нельзя связать ни с земными, ни с солнечными явлениями. Детекторы гамма-излучения в произвольный момент времени отмечали повышение числа импульсов длительностью 1—50 с, а затем восстанавливался исходный уровень счета. Сигнал во времени не был постоянным и имел несколько максимумов. Было доказано, что сигналы поступают из глубин Вселенной. Сообщение о необычном явлении научные журналы опубликовали в конце 1973 г. Явление назвали гамма-всплесками. В связи с новыми данными была пересмотрена информация, полученная с американских и советских исследовательских спутников IMP-6,OGO-5, «Космос-461»,OSO-7, работавших одновременно со спутниками «Вела». Оказалось, что они тоже обнаружили гамма-всплески.

Открытие гамма-всплесков вызвало множество вопросов: сколько таких событий? что является источником гамма-излучения? На Земле лишь ускорители частиц да радиоактивные изотопы дают подобное излучение. Предстояло детально исследовать всплески гамма-излучения,

приходящего из космоса. Начиная с 1975—1977 гг. космические аппараты стали оборудовать специальными приборами для регистрации гамма-всплесков.

ГДЕ НАХОДЯТСЯ ИСТОЧНИКИ ГАММА-ВСПЛЕСКОВ?

На космических аппаратах были зарегистрированы всплески гамма-излучения с энерговыделением вблизи Земли, равным 10^{-5} — 10^{-4} эрг/см². Сравним эту величину с интенсивностью аналогичного излучения, поступающего к Земле во время вспышек на Солнце: в области жесткого рентгеновского излучения около Земли наблюдается такое же энерговыделение, как и во время гамма-всплеска, а при самых мощных вспышках на Солнце зарегистрировано энерговыделение на уровне 0,1 эрг/см². Но Солнце находится от Земли на расстоянии 150 млн. км, а ближайшие источники гамма-всплесков, — по-видимому, на расстоянии 30 пс, или 10^8 млн. км. Если предположить, что излучение поступает от таких объектов изотропно, то источник гамма-всплеска выделит 10^{18} эрг, что почти в миллион раз превосходит энергию жесткого рентгеновского излучения самой мощной вспышки на Солнце. Если же источники располагаются в других галактиках (на расстояниях порядка 10 млн. пс), то при всплеске выделяется энергия порядка 10^{48} эрг. Это близко к энергии катастрофических взрывов звезд. В каком же процессе испускается только гамма-излучение? Ведь во всех известных процессах большая часть энергии расходуется на кинетическую энергию и лишь одна сотая или даже тысячная часть полной энергии переходит в гамма-излучение.

В последнее время с помощью наземных оптических телескопов обследовались отдельные участки неба, где были локализованы источники всплесков гамма-излучения. Заметных изменений в звездных объектах не обнаружено. Совокупность наших знаний о гамма-всплесках указывает, что их источники, скорее всего, находятся в нашей Галактике.

СВОЙСТВА ГАММА-ВСПЛЕСКОВ

Частота всплеска гамма-излучения (число событий в год) зависит от энерговыделения около Земли. Для энерговыделений 10^{-4} эрг/см² — 3 события в год, для 10^{-5} эрг/см² — 30, а для 10^{-6} эрг/см² — 170. Цифры могут несколько измениться в процессе дальнейших исследований. Событий с энерговыделением вблизи Земли больше $5 \cdot 10^{-4}$ эрг/см² пока не отмечено. Однако нет оснований считать это значение предельным. Явление носит случайный характер, и поэтому вероятность больших энерговыделений крайне мала. А могут ли быть события с энерговыделением вблизи Земли на уровне 10^{-8} — 10^{-7} эрг/см²? Это не исключено, так как источники гамма-всплесков находятся от нас на разных расстояниях. Но при изучении слабых гамма-всплесков возникают большие экспериментальные трудности. Всплески с энерговыделением 10^{-6} эрг/см² начали достоверно фиксировать лишь в конце 1978 г. автоматические станции «Венера-11» и «Венера-12» прибором «Конус». Для регистрации событий на уровне 10^{-8} эрг/см² понадобится аппаратура, значительно более чувствительная, чем использовалась до настоящего времени.

ВРЕМЕННОЙ ХОД ВСПЛЕСКОВ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

События, подобные приведенному на рис. 15, встречаются один раз в 1,5 года. Рассматриваемый гамма-всплеск был зарегистрирован космическими аппаратами «Венера-11», «Венера-12», «Прогноз-7», ISEE-C, «Вела», «Пионер-Венера», «Гелнос-2».

На рис. 15 отчетливо выделяются отдельные импульсы (их не менее 25). Разрешающее время прибора 15,6 мс, естественная ширина импульсов Δf порядка 40 мс. Естественную ширину импульсов связывают с максимальными размерами области D , из которой поступает излучение: $D = \Delta t \cdot c = 12\,000$ км, где c — скорость света. Возможные размеры области по порядку величины не превышают размеров Земли.

При слабых гамма-всплесках статистические флуктуации затрудняют выделение отдельных импульсов. Кроме того, длительность событий изменяется от 0,25 до 80 с. У некоторых гамма-всплесков, по-видимому, наблюдаются предвсплесковые события за несколько секунд до основного массива импульсов. Характерный временной ход гамма-всплеска — отдельные узкие импульсы.

Энергетический спектр был восстановлен для одного из первых зарегистрированных всплесков гамма-излучения. Всплеск 14 мая 1972 г. зафиксировали сразу несколько космических аппаратов («Вела», IMP-6, OSO-7), где функционировали приборы, измеряющие жесткое рентгеновское излучение в разных энергетических диапазонах. Совокупность этих результатов позволила изучить спектр события в интервале энергий от 10 кэВ до 1 МэВ.

С той поры стали известны энергетические спектры многих всплесков гамма-излучения. В первом приближении спектр описывается степенной функцией $E^{-\alpha}$, где E — энергия гамма-излучения, α — показатель спектра. Для разных событий α изменяется в интервале 1—3. Энергетический спектр гамма-всплеска 19 ноября 1978 г., о котором мы уже говорили, простирается за 2,7 МэВ (2,7 МэВ — граничная энергия шкалы прибора). В области энергий 25—250 кэВ сосредоточено энерговыделение $0,5 \cdot 10^{-4}$ эрг/см², в области энергий 0,27—2,7 МэВ — $2,5 \cdot 10^{-4}$ эрг/см². Во время события спектр изменялся и становился более «мягким» (показатель α увеличивался). Наиболее полно обычно удается изучить спектры мощных гамма-событий.

Всплеск гамма-излучения 5 марта 1979 г. (рис. 16). Необычный всплеск гамма-излучения наблюдался 5 марта 1979 г. в 15 ч 52 мин UTC на советских автоматических станциях «Венера-11», «Венера-12», «Прогноз-7» и других космических аппаратах. За время меньше 0,01 с интенсивность излучения в области 0,1—1,5 МэВ более чем в 400 раз превысила фоновое значение и достигла мощности (эрг/см²с), в 50 раз превышающей мощность других всплесковых событий. Затем за 0,2 с главный импульс закончился.

Через 4 с после главного импульса наблюдались пульсации гамма-излучения с периодом 8 с. Вероятно, произошла вспышка рентгеновского пульсара, вызванная взрывным процессом. По-видимому, на нейтронную звезду упало вещество массой примерно 10^{22} г (кратковременная аккреция вещества) или произошло извержение на поверхности звезды. Для локализации нового рентгеновского пульсара использовалась информация с советских и американских аппаратов. В результате найден участок, где расположен источник с угловыми размерами $4'' \times 1'$.

Источник находится в южной части неба, в районе Большого Магелланова Облака, вблизи северной окрестности туманности N 49. Туман-

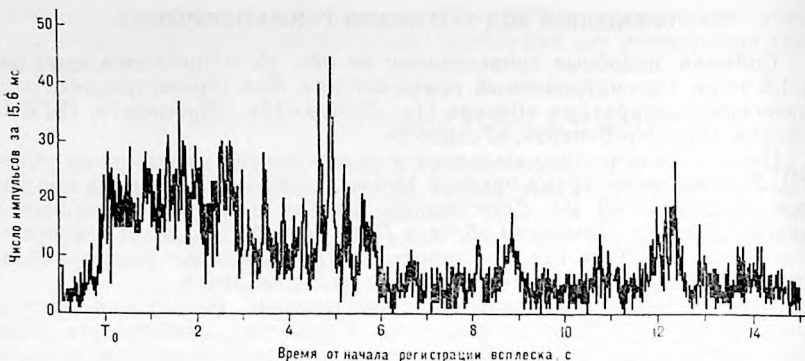


Рис. 15. Типичный временной ход гамма-всплеска. Это событие зарегистрировано станцией «Венера-12» в советско-французском эксперименте 19 ноября 1978 г. ($T=9$ ч 28 мин 29,408 с UTC. Энерговыведение гамма-всплеска $3 \cdot 10^{-4}$ эрг/см², длительность события 16 с)

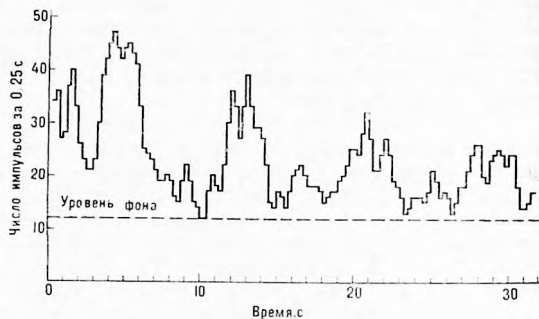


Рис. 16. Пульсации гамма-излучения с энергией 160—200 кэВ, зарегистрированные после главного импульса 5 марта 1979 г. станцией «Венера-12»

ность N 49 — остаток сверхновой, претерпевшей взрыв 10 000 лет тому назад. Если пульсар находится в остатках сверхновой N 49 (расстояние 55 кпс), то во время взрыва, гамма-излучение которого зарегистрировано 5 марта 1979 г., в источнике выделилась громадная энергия — больше $3,5 \cdot 10^{43}$ эрг. Это затрудняет теоретическое истолкование события. Нельзя исключить маловероятное предположение о случайном совпадении местоположения источника всплеска с остатками сверхновой N 49.

ДАЛЬНЕЙШИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Уже более пяти лет проводятся специальные исследования по обнаружению гамма-всплесков. Получено много фактического материала, однако до сих пор остается загадочной природа источников гамма-всплесков.

Главная очередная задача исследований всплесков гамма-излучения состоит в отыскании класса объектов, ответственных за эти всплески. Нужно найти объекты, способные в короткое время выделить значительную энергию в виде гамма-излучения с присущим именно этому гамма-всплеску временным ходом. Рассматриваемая задача решается

локализацией источника гамма-всплеска на небе. Для этой цели, как правило, измеряют время прихода всплеска на разные космические аппараты. Первые были получены участки на небе («боксы») размером в несколько угловых градусов, а в одном квадратном градусе — до тысячи звезд. Нелегко найти среди них звезду, которая подала сигнал.

Пока лишь в отдельных случаях достигнута точность порядка $2-10'$. Однако событий, локализованных с подобной точностью, немного. В выделенных участках неба не удалось найти «кандидатов» в источники гамма-всплесков. Необходимо добиться локализации на небе большего числа источников. Эта программа может быть успешно выполнена лишь при наличии информации со многих космических аппаратов, т. е. при международном сотрудничестве экспериментаторов и теоретиков.

И. В. Эстулин, доктор физико-математических наук
«Земля и Вселенная», 1980, № 1.

ЛЭП ИЗ КОСМОСА

С земных космодромов стартуют десятки космических ракет. Это не исследовательские рейсы, это — крупная производственная операция, индустриальное освоение беспредельных околоземных пространств. Опытные астронавты приводят свои корабли в заданную точку. На расстоянии примерно 36 000 км от Земли начинается выгрузка сотен тонн металлических конструкций. Прибывшие вслед десятки специально обученных бригад скрепляют их в одну гигантскую раму. Она как бы составлена из двух панелей. Габариты каждой — 6×5 км. Рука об руку с людьми работают роботы.

Новая серия рейсов — и на повисшую в космосе плоскость крепятся тысячи кремниевых батарей. Им предстоит трансформировать падающий солнечный свет в электричество. Принцип, отлично известный любому фотолюбителю по работе с экспонометром. Открывается задвижка, луч света касается полупроводника, и немедленно появляется мизерная доля электричества. В космическом варианте каждый квадратный метр батарей обладает мощностью 0,15 кВт. В совокупности это дает примерно 5 млн. кВт электроэнергии. Внушительная цифра, не правда ли?

Построить солнечную космическую электростанцию (или, как ее сокращенно называют, СКЭС) — огромный труд. Но это даже не полдела, а только первый этап предприятия. Потому что вслед за тем встанет новый вопрос: как доставить эту энергию на Землю, к потребителям?

Далеко от Земли, ее преобразуют в сверхвысокочастотное излучение. Волны будут направлены на определенные участки земной поверхности, где их встретит мощная приемная антенна. Здесь произойдет обратное превращение, а затем... Затем электроэнергия отправляется традиционным путем по проводам ЛЭП к потребителям.

Согласитесь, что даже в наши дни идея такого проекта ошеломляет и грандиозностью своих масштабов, и оригинальным сплавом многих свежих научных идей. Она была выдвинута несколько лет назад американским профессором П. Глезером, однако положительную оценку получил недавно, когда специалистами был предложен ряд реальных инженерных способов ее осуществления.

Инженерная проработка проекта П. Глезера выявила несколько серьезных критических замечаний. Экологи отметили, что СВЧ-излучение, проходя через атмосферу, способствует ее нагреву. Побочное тепло

будет выделяться и в зоне приемных антенн. А ведь тепловое загрязнение считается одним из самых опасных на планете. Ученые нашей страны также анализировали проект П. Глезера. Затем они предложили свой, альтернативный вариант СКЭС.

Об этих разработках группы советских исследователей С. В. Рябикова, Н. Н. Гибадуллина, В. Н. Потапова, Т. А. Лиценко, Д. С. Стребкова под руководством члена-корреспондента АН СССР Н. С. Лидоренко рассказывает один из авторов проекта кандидат технических наук Д. С. Стребков.

— Суть нашего проекта в том, что энергия отправляется на Землю не в СВЧ-диапазоне, а в оптическом диапазоне, т. е. в виде светового пучка. В космосе будет смонтирован оптический гелиоотражатель, который станет «светить» круглые сутки. Он представляет собой плоский каркас, на котором размещены фасеточные пленочные отражатели.

Это гигантское зеркало будет постоянно нацелено на какой-то определенный район Земли с помощью двигателей малой тяги мощностью 10—100 кВт. Поэтому оно расположится на геостационарной орбите, т. е. раз и навсегда «зависнет» над заданным участком планеты. В этом сходство нашего гелиостата со спутниками связи.

Считаю нужным напомнить, что первый проект, намечавший крупномасштабное использование космической солнечной радиации с преобразованием ее в электрическую энергию, был предложен и разработан советским инженером, ныне академиком В. П. Глушко еще в 1928—1929 гг. Проекты космических отражателей для освещения городов и воздействия на климат также известны с 20-х годов. Высоко ценятся работы по пленочным отражателям в космосе кандидата физико-математических наук А. В. Лукьянова из МГУ.

— Какую форму будет иметь гелиостат — прямоугольник, круг, овал? И какие размеры?

— Вероятнее всего, это будет эллипс площадью 170 км². Впрочем, многое будет зависеть от орбиты, от высоты.

— Итак, мощный пучок света в считанные мгновения достиг Земли. Что дальше?

— Дальше используется тот самый принцип непосредственного преобразования световой энергии в электрическую с помощью полупроводников, т. е. речь идет о батареях на Земле. Предварительные расчеты показывают, что самый удобный район для их размещения — зоны пустыни Каракум. Приемные станции представляют собой энергетические поля из концентраторов (зеркал или линз), в фокусе которых и расположены солнечные элементы. Все эти установки будут работать в автоматическом режиме. Считается, что в течение 30 лет им вообще не нужно никакое обслуживание.

Расчеты показали, что площадь, занимаемая приемником, может быть примерно вдвое меньше площади передающей антенны. Хочу привести такое сравнение: если на территории, которую занимает водохранилище Волжской ГЭС, разместить солнечные батареи, энергетическая отдача окажется в 20 раз выше той, которую дает гидроузел.

— Кажется, мы подошли к тому месту в обсуждении проекта, когда становится ясно, что экологические выгоды никак не обойдутся без экономического обоснования.

— Что ж, и об этом надо говорить. Тем более когда экономическое решение оказывается не менее привлекательным, чем научное.

Уже примерный подсчет убеждает, насколько выигрышнее создание гелиостата по сравнению с вариантом Глезера. Не нужно забрасывать

В космос миллионы тонн полупроводников, речь идет лишь о тонком пленочном покрытии. Сокращается объем монтажных и ремонтных работ. В американском проекте космические батареи соединены последовательно. Это делает их легко уязвимыми для метеоритов. Достаточно выйти из строя одной батареи, как замирает работа всей цепи. В нашем случае ущерба тоже не избежать — в пленке появится дыра. Но это весьма несущественно.

И еще одно преимущество. Размещенные на Земле солнечно-батареи концентраторы и система охлаждения преобразователей на два-три порядка дешевле, чем аппаратура в проекте Глезера. На два порядка меньше и вес нашего гелиостата (одно дело батареи, и совсем другое — раскатанные рулоны пленки).

Суммируя все сказанное, получаем удивительный итог: экономичность нашего варианта по сравнению с зарубежным выражается соотношением 1:1000. Эта цифра не приблизительная, она появилась после детальных подсчетов. При этом реальная мощность СКЭС — 5—10 млн. кВт.

Упомяну еще об одной существенной детали нашего проекта. Гелиостат будет отражать не все солнечное излучение, которое придется на его поверхность. Специальные оптические фильтры «отсекут» примерно третью часть радиационного потока, а именно инфракрасную часть. Это позволит предохранить атмосферу от излишнего нагрева.

— Гелиостат помогает избежать теплового загрязнения. Однако он существенно меняет световой режим на площади порядка 10 тыс. га. Как это скажется на сложившейся природной среде в районе энергетических полей?

— Сельскохозяйственные культуры будут только «приветствовать» дополнительное количество света. Ведь у каждого вида растений есть потребность в определенном объеме радиации. Гелиостат ускорит созревание злаков, в будущем с его помощью будут собирать не один, а несколько урожаев за сезон. Ведь есть еще одно качество отражателя: мощный световой поток разгоняет облака. Но и это не все. Американцы рассматривали проект освещения Нью-Йорка и заключили, что гелиостат дает экономию в 100 млн. долл. за год. По существу речь идет о небольшой искусственной Луне.

Солнечные батареи на крышах зданий смогут обеспечивать жителей городов и поселков электричеством в необходимых объемах. И это не перспективные наметки, не взгляд в завтра. Это реальность. Уже сегодня в так называемом южном поясе страны работают ретрансляционные установки, маяки, линия связи, электростанция на преобразованном солнечном свете — всего около 70 объектов.

Но особенно выгодно получать энергию таким путем в Заполярье. Во-первых, полупроводники работают заметно эффективней в холодной среде. Во-вторых, суточный приход солнечной радиации в районе Нарьян-Мара больше, чем в Сахаре или Ташкенте (речь идет о летнем времени). Такое положение длится всего 3—4 месяца, но в этот промежуток можно сократить потребление энергии на треть.

А если сюда добавить энергию и от СКЭС? Так удастся сберечь сотни и тысячи тонн традиционного горючего.

Беседу вел А. Разгон

ЗАПУСКИ СПУТНИКОВ СЕРИИ «КОСМОС» В 1980 г.

| № пп. | Дата пуска | Название аппарата | Период обращения, мин | Апогей, км | Перигей, км | Наклонение орбиты, град | Назначение | Примечание |
|-------|------------|-------------------|-----------------------|------------|-------------|-------------------------|------------|---|
| 1 | 9 января | «Космос-1149» | 90,4 | 444 | 208 | 72,9 | 1* | |
| 2 | 14 | «Космос-1150» | 105 | 1 028 | 989 | 83 | 1 | |
| 3 | 23 | «Космос-1151» | 97,8 | 678 | 650 | 82,5 | 2* | |
| 4 | 24 | «Космос-1152» | 89,7 | 370 | 181 | 67,1 | 1 | |
| 5 | 25 | «Космос-1153» | 105 | 1 031 | 983 | 83 | 1 | |
| 6 | 30 | «Космос-1154» | 97,3 | 671 | 634 | 81,3 | 1 | |
| 7 | 7 февраля | «Космос-1155» | 90,4 | 422 | 206 | 72,9 | 1 | |
| 8 | | «Космос-1156» | 115,4 | 1 528 | 1 450 | 74 | 1 | Выведение на орбиту восьми спутников осуществлено одной ракетой-носителем |
| 9 | | «Космос-1157» | | | | | | |
| 10 | | «Космос-1158» | | | | | | |
| 11 | 12 февраля | «Космос-1159» | | | | | | |
| 12 | | «Космос-1160» | | | | | | |
| 13 | | «Космос-1161» | | | | | | |
| 14 | | «Космос-1162» | | | | | | |
| 15 | | «Космос-1163» | | | | | | |
| 16 | 12 | «Космос-1164» | 92,9 | 640 | 220 | 62,8 | 1 | |
| 17 | 21 | «Космос-1165» | 89,8 | 379 | 182 | 72,9 | 1 | |
| 18 | 4 марта | «Космос-1166» | 90,3 | 406 | 208 | 72,9 | 1 | |
| 19 | 14 | «Космос-1167» | 93,3 | 457 | 438 | 65 | 1 | |
| 20 | 18 | «Космос-1168» | 104,9 | 1 026 | 981 | 82,9 | 1 | |
| 21 | 27 | «Космос-1169» | 94,5 | 521 | 478 | 65,8 | 1 | |
| 22 | 1 апреля | «Космос-1170» | 89,9 | 386 | 181 | 70,4 | 1 | |
| 23 | 3 | «Космос-1171» | 105 | 1 017 | 976 | 65,8 | 1 | |
| 24 | 12 | «Космос-1172» | 726 | 40 160 | 637 | 62,8 | 1 | |
| 25 | 17 | «Космос-1173» | 89,9 | 379 | 180 | 70,3 | 1 | |
| 26 | 18 | «Космос-1174» | 98,6 | 1 035 | 387 | 65,8 | 1 | |
| 27 | 18 | «Космос-1175» | 92,3 | 485 | 317 | 62,5 | 1 | |
| 28 | 29 | «Космос-1176» | 89,6 | 265 | 260 | 65 | 1 | |
| 29 | 29 | «Космос-1177» | 89,7 | 365 | 181 | 67,2 | 1 | |
| 30 | 7 мая | «Космос-1178» | 90,4 | 417 | 207 | 72,9 | 1 | |
| 31 | 14 | «Космос-1179» | 103,5 | 1 570 | 310 | 83 | 1 | |
| 32 | 15 | «Космос-1180» | 89,8 | 296 | 240 | 62,8 | 1 | |
| 33 | 20 | «Космос-1181» | 105 | 1 020 | 992 | 83 | 1 | |
| 34 | 23 | «Космос-1182» | 89,2 | 278 | 221 | 82,3 | 3* | |
| 35 | 28 | «Космос-1183» | 90,4 | 414 | 208 | 72,9 | 1 | |
| 36 | 4 июня | «Космос-1184» | 97,4 | 662 | 621 | 81,2 | 1 | |
| 37 | 6 | «Космос-1185» | 89,5 | 308 | 226 | 82,3 | 3 | |
| 38 | 6 | «Космос-1186» | 94,5 | 519 | 473 | 74 | 1 | |
| 39 | 12 | «Космос-1187» | 89,6 | 332 | 210 | 72,9 | 1 | |
| 40 | 14 | «Космос-1188» | 726 | 40 165 | 628 | 62,8 | 1 | |
| 41 | 26 | «Космос-1189» | 89,5 | 330 | 209 | 72,9 | 1 | |
| 42 | 1 июля | «Космос-1190» | 100,8 | 829 | 792 | 74 | 1 | |
| 43 | 2 | «Космос-1191» | 726 | 40 165 | 646 | 62,8 | 1 | |
| 44 | | «Космос-1192» | 115,3 | 1 522 | 1 451 | 74 | 1 | Выведение на орбиту восьми спутников осуществлено одной ракетой-носителем |
| 45 | | «Космос-1193» | | | | | | |
| 46 | 9 июля | «Космос-1194» | | | | | | |
| 47 | | «Космос-1195» | | | | | | |

| № пп. | Дата пуска | Название аппарата | Период обращения, мин | Апогей, км | Перигей, км | Наклонение орбиты, град | Назначение | Примечание |
|-------|------------|-------------------|-----------------------|------------|-------------|-------------------------|------------|---|
| 48 | | «Космос-1196» | | | | | | |
| 49 | 9 июля | «Космос-1197» | 115,3 | 1 522 | 1451 | 74 | 1 | Выведение на орбиту восьми спутников осуществлено одной ракетой-носителем |
| 50 | | «Космос-1198» | | | | | | |
| 51 | | «Космос-1199» | | | | | | |
| 52 | 9 | «Космос-1200» | | | | | | |
| 53 | 15 | «Космос-1201» | 89,5 | 332 | 209 | 72,9 | 1 | |
| 54 | 24 | «Космос-1202» | 89,1 | 274 | 220 | 82,3 | 3 | |
| 55 | 31 | «Космос-1203» | 89,6 | 333 | 209 | 72,9 | 1 | |
| 56 | 31 | «Космос-1204» | 89,5 | 303 | 227 | 82,3 | 3 | |
| 57 | 12 августа | «Космос-1205» | 93,3 | 546 | 346 | 50,7 | 1 | |
| 58 | 15 | «Космос-1206» | 89,6 | 332 | 208 | 72,8 | 1 | |
| 59 | 22 | «Космос-1207» | 97,4 | 659 | 630 | 81,2 | 1 | |
| 60 | 26 | «Космос-1208» | 89,2 | 282 | 218 | 82,3 | 3 | |
| 61 | 3 сентября | «Космос-1209» | 89,6 | 362 | 181 | 67,1 | 1 | |
| 62 | 19 | «Космос-1210» | 89,4 | 306 | 222 | 82,3 | 3 | |
| 63 | 23 | «Космос-1211» | 88,8 | 268 | 195 | 82,3 | 1 | |
| 64 | 26 | «Космос-1212» | 89,1 | 261 | 215 | 82,4 | 1 | |
| 65 | 3 октября | «Космос-1213» | 89,1 | 275 | 216 | 82,3 | 3 | |
| 66 | 10 | «Космос-1214» | 89,6 | 343 | 207 | 72,8 | 1 | |
| 67 | 14 | «Космос-1215» | 89,7 | 368 | 181 | 67,2 | 1 | |
| 68 | 16 | «Космос-1216» | 95,1 | 553 | 499 | 74 | 1 | |
| 69 | 24 | «Космос-1217» | 90,3 | 404 | 209 | 72,9 | 1 | |
| 70 | 30 | «Космос-1218» | 726 | 40 165 | 642 | 62,8 | 1 | |
| 71 | 31 | «Космос-1219» | 89,7 | 374 | 178 | 64,9 | 1 | |
| 72 | 4 ноября | «Космос-1220» | 89,7 | 353 | 205 | 72,9 | 1 | |
| 73 | 12 | «Космос-1221» | 93,3 | 454 | 432 | 65 | 1 | |
| 74 | 21 | «Космос-1222» | 90,5 | 424 | 207 | 72,9 | 1 | |
| 75 | 28 | «Космос-1223» | 97,4 | 659 | 624 | 81,2 | 1 | |
| 76 | 1 декабря | «Космос-1224» | 726 | 40 165 | 614 | 62,8 | 1 | |
| 77 | 5 | «Космос-1225» | 90,3 | 403 | 209 | 72,9 | 1 | |
| 78 | 10 | «Космос-1226» | 105 | 1 041 | 967 | 82,9 | 1 | |
| 79 | 16 | «Космос-1227» | 105 | 1 025 | 982 | 83 | 1 | |
| 80 | | «Космос-1228» | 89,5 | 325 | 209 | 72,9 | 1 | |
| 81 | | «Космос-1229» | 114,6 | 1 491 | 1415 | 74 | 1 | Выведение на орбиту восьми спутников осуществлено одной ракетой-носителем |
| 82 | | «Космос-1230» | | | | | | |
| 83 | 24 декабря | «Космос-1231» | | | | | | |
| 84 | | «Космос-1232» | | | | | | |
| 85 | | «Космос-1233» | | | | | | |
| 86 | | «Космос-1234» | | | | | | |
| 87 | | «Космос-1235» | 89,8 | 388 | 180 | 67,1 | 1 | |
| 88 | 26 | «Космос-1236» | | | | | | |

* 1 — для исследований космического пространства; 2 — для отработки методов получения оперативной информации о Мировом океане; 3 — для исследования природных ресурсов Земли в интересах народного хозяйства СССР и международного сотрудничества.

III

КОСМОС— НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЗЕМЛИ КОСМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Издание нового журнала Академии наук СССР «Исследование Земли из космоса» — еще одно убедительное свидетельство внимания Коммунистической партии и Советского правительства к изучению, рациональному использованию и охране природных ресурсов нашей страны. Забота об обеспечении экономики страны нужными природными ресурсами всегда была в центре внимания нашего государства.

Задача изучения природных ресурсов страны на благо социалистического строительства была поставлена В. И. Лениным еще в начале 1918 г. в его известном «Наброске плана научно-технических работ»¹. С тех пор сотни организаций планомерно и целенаправленно проводят экспедиционные и стационарные исследования территории страны, прилегающих морей и Мирового океана. Благодаря высокой степени изученности минеральных, почвенных, водных, растительных и других природных ресурсов в нашей стране, как ни в какой другой, для развития экономики создана надежная база природопользования.

На современном этапе, когда в хозяйственное освоение вовлечены практически все основные виды природных ресурсов Земли и масштабы производства настолько грандиозны, что деятельность человека существенно сказывается на окружающей среде, дальнейшее изучение и охрана природных ресурсов приобретают особое значение. Выявить новые природные богатства, научно обосновать возможность их наиболее рационального расходования, чтобы до минимума свести вредное влияние на окружающую среду, — вот одна из важнейших задач современного природопользования. Решать эту задачу можно только на базе современных научных и технических достижений.

В изучении природных ресурсов Земли в настоящее время особое значение приобретают новые методы, в том числе исследования, осуществляемые с помощью средств космической техники. Решениями XXV съезда КПСС предусмотрено «продолжить изучение и освоение космического пространства, расширить исследования по применению космических средств при изучении природных ресурсов Земли, в метеорологии, океанологии, навигации, связи и для других нужд народного хозяйства»².

Теперь уже ни у кого не вызывает сомнения высокая научная и экономическая эффективность изучения Земли космическими методами в интересах геологии, сельского, лесного, водного и морского рыбного хозяйства. Задача состоит в том, чтобы организовать широкую научную и производственную базу этих исследований.

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 36, с. 228—231.

² Материалы XXV съезда КПСС. М.: Политиздат, 1976, с. 215.

Решению этой задачи будет способствовать новый журнал «Исследование Земли из космоса».

Создание космических кораблей и выход человека в космос — не только очередной этап развития мысли и техники, позволивший выйти за пределы нашей планеты, но и качественно новый шаг в познании Земли и Вселенной.

В Советском Союзе широко и планомерно осуществляется программа исследований Земли из космоса. Регулярно проводятся космические съемки различных районов Советского Союза в интересах решения задач многих отраслей народного хозяйства. Полеты орбитальных станций «Салют» и космических кораблей «Союз» дали ценнейшие фотоизображения Земли. Успешно развиваются устанавливаемые на спутниках типа «Метеор» системы оптического сканирования с передачей видеoinформации по радиоканалу. Первичная обработка и распространение материалов космических съемок среди заинтересованных организаций осуществляются специально созданными научно-производственными организациями: Госцентром «Природа» Главного управления геодезии и картографии и Государственным научно-исследовательским центром изучения природных ресурсов Государственного комитета гидрометеорологии и охраны природной среды. Широкая программа исследований и экспериментов по отработке методов изучения Земли из космоса и интерпретации полученной из космоса информации осуществляется институтами Академии наук СССР, академиями наук союзных республик и организациями ряда ведомств. В союзной и республиканских академиях наук исследования ведутся во многих институтах наук о Земле (Геологический институт, Институт литосферы, Институт географии, Институт леса и древесины и др.), институтах физико-технических наук (Институт радиоэлектроники, Институт автоматики и электротехники и др.). В Академии наук Азербайджанской ССР создана специализированная организация по разработке методов и экспериментальных технических средств аэрокосмических исследований природных ресурсов (Научный центр «Каспий»). При Институте космических исследований АН СССР организуется научно-методический центр по исследованиям Земли из космоса.

В настоящее время можно говорить о формировании нового направления изучения Земли и ее природных ресурсов — космического природоисследования. Несмотря на короткий срок использования космических методов и средств при исследовании лика Земли, в этом направлении получены важные научные и практические результаты.

С помощью космических методов осуществлены интересные географические открытия: обнаружены новые ледники, уточнена конфигурация известных ледников, под ледниковым панцирем в Антарктиде открыты ранее неизвестные острова и т. д.

Значительны успехи в изучении геологического строения нашей планеты из космоса. Они в большой степени предопределяются тем, что в геологии уже много лет развивались аэрогеологические, аэрогеофизические и другие дистанционные методы изучения структур Земли и состава горных пород, залежей отдельных полезных ископаемых. Использование материалов космических съемок обеспечило возможность уточнения и дополнения существующих геологических карт путем разработки новых методов региональных исследований — аэрофотогеологического и космофотогеологического картирования, широко внедряемых в настоящее время в практику работ организациями Министерства геологии СССР. На основе космогеологических исследований для мно-

гих рудных и потенциально перспективных областей составляются специализированные карты, позволяющие выявить или спрогнозировать рудоконтролирующие структуры.

Впервые в мировой практике аэрокосмические материалы были широко использованы при составлении карты разломной тектоники СССР масштаба 1 : 2 500 000.

Использование космической информации позволяет получить принципиально новые представления о строении не только верхних, но и, что наиболее важно, глубинных горизонтов земной коры: скрытых региональных глубинных разломов, кольцевых структур, генетической природы глубококонденсированных древнейших геологических формаций земной коры.

Эффект так называемой рентгенокопичности мелкомасштабных космических снимков позволяет обнаруживать мелкие и крупные детали строения земной коры, которые ранее устанавливались только на основе дорогостоящих геофизических изысканий. Космические телевизионные и фотоснимки благодаря их большой обзорности оказались весьма эффективными для изучения взаимосвязей крупнорегиональных геологических структур, зон тектонических нарушений разного ранга, крупнейших структурно-фациальных зон и др. По космическим снимкам выявляются кольцевые и вихревые структуры, изучаются геологическое строение шельфовых зон, специфические геодинамические процессы, происходящие в районах вечной мерзлоты, и др.

Методы дистанционного зондирования интенсивно внедряются в практику решения задач сельского хозяйства. С их помощью можно определять запасы почвенной влаги на полях, состояние посевов сельскохозяйственных культур и решать целый ряд других задач прогнозирования урожая и учета земельных ресурсов.

С развитием дистанционных методов и средств изучения природных ресурсов лесное хозяйство получило новый быстрый способ инвентаризации и тематического картографирования лесов, определения их состояния, оценки запасов древесины, выявления зараженности леса вредителями и очагов лесных пожаров.

В последние годы активно развивается космическая океанология. Этой отраслью науки решаются важнейшие задачи изучения Мирового океана, имеющие большое теоретическое и практическое значение. Оперативно получаемые поверхности океана используются организациями морского рыбного хозяйства для выбора районов промысла и определения его оптимальных сроков. Ледовые карты, составляемые по данным со спутников, используются при выборе оптимальных трасс проводки судов во льдах и т. д.

Методы дистанционного радиозондирования Земли открывают новые перспективы ее изучения. Эксперименты, проведенные на ИСЗ «Космос-243», «Космос-384» и др., показали возможность всепогодного использования средств радиозондирования для изучения природных процессов и явлений, происходящих на земной поверхности, в атмосфере и в Мировом океане, которые отображаются радиоконтрастами.

Приведенные примеры достаточно убедительно показывают высокую эффективность методов изучения Земли из космоса. Эти методы не только ускоряют процесс исследования природных ресурсов (что само по себе уже немаловажно), но одновременно дают принципиально новую информацию о природе Земли, ее отдельных компонентах, явлениях и процессах, которую обычными методами получить невозможно. В этом проявляется огромная революционизирующая роль космических

исследований в изучении природных ресурсов, знаменующая новый этап развития естественных и технических наук.

Современная космонавтика имеет непродолжительную историю. Со дня запуска первого искусственного спутника Земли и затем первого полета человека в космос прошел весьма краткий отрезок времени. Однако уже сегодня мы имеем такие результаты, которые прежними техническими средствами и методами не могли быть получены. Современная космонавтика позволила по-новому подойти к изучению Вселенной, планет Солнечной системы, открыла новые страницы астрономии и астрофизики, обеспечила осуществление связи на большие расстояния, повышение точной морской навигации и решение других практических задач.

В целях дальнейшего развития методов и технических средств изучения Земли из космоса в Академии наук СССР разработана научная программа перспективных исследований, планируемых вплоть до 1990 г. В нее включены пять основных проблем:

1. Разработка методов решения важнейших задач космического земледения.

2. Разработка аэрокосмических методов изучения состояния агро-ресурсов.

3. Установление взаимосвязей пространственно-энергетических характеристик радиации земных объектов с их видами и состояниями; построение моделей изменения характеристик радиации под влиянием внешних условий и внутренних трансформаций объектов исследований.

4. Изучение радиационного поля Земли и установление взаимосвязей между параметрами, аномалиями, вариациями этого поля и различными геолого-геофизическими и природно-климатическими процессами, протекающими в недрах Земли, на ее поверхности, в океане и атмосфере.

5. Совершенствование методов и технических средств обработки и тематической интерпретации аэрокосмической информации о Земле.

Приведенный перечень научных проблем в целом отражает основные перспективные направления исследований в области дистанционного зондирования Земли, сформировавшиеся за последние годы в нашей стране и за рубежом. Остановимся кратко на содержании каждой из этих проблем.

Первая проблема представляет собой комплекс научных исследований, включающий большинство важнейших направлений космического природопользования. Их целью является разработка методов тематического дешифрирования многозональной видеонформации и их использование при решении задач наук о Земле и хозяйственных отраслей. К таким задачам относятся: изучение глобальных и локальных структур земной коры для познания истории ее развития и закономерностей формирования и размещения рудных и нефтегазоносных областей; изучение динамики современных геолого-географических процессов; выявление и прогнозирование (оперативное и долговременное) районов океана с высокой биопродуктивностью; выявление закономерностей гидрологического режима земной поверхности и его искусственных изменений; выявление закономерностей динамики лесных ресурсов; контроль состояния и загрязнения биосферы.

Вторая проблема может рассматриваться как одно из направлений первой. Выделение ее в самостоятельную обусловлено злободневностью и важностью решаемых в ней задач сельского хозяйства, а также тем, что на современном этапе результаты дистанционных иссле-

дований находят все более широкое применение именно в этой хозяйственной отрасли.

Третья проблема, являющаяся одной из основополагающих физико-технических проблем дистанционного зондирования, имеет своей целью создание каталогов радиационных характеристик земных объектов и моделей их трансформаций, которые позволяют выполнять анализ состояний природных образований на время съемки и прогнозировать их динамику.

Важнейшими итогами решения данной проблемы следует считать создание физико-математических основ автоматизированной обработки и интерпретации многозональной видеонформации и разработку обоснованных рекомендаций по принципам построения и оптимизации параметров штатных спутниковых, самолетных и наземных измерительных комплексов для решения практических задач дистанционного зондирования.

Отличительной особенностью четвертой проблемы является ориентация на изучение радиационных характеристик крупных регионов вплоть до планеты в целом с привлечением данных о параметрах и аномалиях гравитационного и геомагнитного полей Земли. Основная цель исследования по проблеме — оценка возможности использования ИСЗ (в первую очередь геостационарных) для изучения планетарных геолого-геофизических и природно-климатических процессов путем глобального измерения и анализа радиационного поля Земли.

Пятая проблема содержит круг вопросов обработки и тематической интерпретации аэрокосмической информации. Решение этой проблемы имеет своей целью разработку методов и технических средств массовой всесторонней обработки видеонформации о Земле, получаемой с помощью различных дистанционных датчиков, устанавливаемых на аэро- и космических носителях. В результате решения проблемы будут разработаны методы и средства машинной и оптической обработки аэрокосмической видеонформации, а также рекомендации по их внедрению в практику решения широкого круга научных и прикладных задач.

Изучение космическими методами природных процессов, протекающих на нашей планете и в околоземном пространстве, получило сейчас новое развитие, которое мы еще в полной мере не оценили.

Ныне рождается, оформляется, ищет свои пути принципиально новый подход к изучению природных процессов в интересах выявления научной истины и ее применения для народного хозяйства. В изучении Земли космическими методами уже определился ряд новых направлений: геологическое, географическое, биологическое, океанологическое, сельскохозяйственное, лесоведческое и др. Проведенные в этих направлениях исследования дали большое число примеров, показывающих высокую целесообразность и новые возможности дистанционных методов зондирования. Теперь начата работа по созданию стройной системы науки и производственной службы на новых научных принципах и методах, рожденных космонавтикой. Особенно большой шаг должно сделать естествознание в связи с развитием космической техники и космических методов изучения Земли.

Как известно, на заре развития естествознания примерно в начале XX столетия науки о Земле представляли некоторое единое целое — природоведение или землеведение. При том уровне знаний и ограниченном фактическом материале это было вполне естественно.

Появление новых методов точных исследований Земли в начале и

особенно в середине XX в. привело к разделению единого природоведения на ряд самостоятельных наук, а затем и их комплексов. География, в частности, разделилась на физическую и экономическую, почвенную географию, геоботанику, зоогеографию, страноведение и т. п.; геология, в свою очередь, дифференцировалась на многочисленные самостоятельные науки; то же самое произошло с климатологией, картографией и геодезией, океанологией, биологическими науками, химией, физикой. Чем дальше развиваются эти науки, тем они больше дробятся. Пожалуй, для всех естественных наук связующими стали физические, химические, физико-химические методы исследования природных процессов и общий диалектико-материалистический метод познания.

Дифференциация естественных наук привела к утрате понимания связей между природными явлениями, взаимообусловленности природных процессов. Прежнее природоведение (землеведение) утратило свое значение. Только философы и философски мыслящие естествоиспытатели остались теми, кто пытается осмыслить Землю как единое целое.

Развитие космических методов изучения планеты Земля открывает новый путь познания природных явлений и процессов в их взаимосвязи и взаимообусловленности. Главная задача современного естествознания, развивающегося на базе космических методов исследований, состоит в том, чтобы возродить природоведение на новом этапе развития человеческой мысли. Настало время создать космическое природоведение или космическое землеведение. Первый термин, по-видимому, ближе отвечает понятию: изучать планету, ее природные ресурсы как взаимосвязанные и взаимозависимые.

Космические методы в естествознании, как никакие другие, показывают глубокую причинную взаимосвязь природных объектов и взаимообусловленность природных процессов. В самом деле, космическое изображение, каким бы методом оно ни было получено, отражает некую интегральную картину растительного и почвенного покрова, рельефа, гидрологической и гидрогеологической обстановки, а все вместе тесно связано с составом горных пород, выходящих на поверхность, и глубинным строением земной коры. Эффект интеграции отдельных элементов природы на космическом изображении является одной из главных предпосылок для развития космического землеведения. Высокая обзорность космических наблюдений дает возможность одновременно охватить взором крупные регионы и даже природные зоны Земли с их климатическими и погодными условиями, выявить формирование почвенно-растительного покрова и рельефа в определенных геологических условиях. Эффект интеграции и большая обзорность обеспечивают высокую информативность и объективность космических методов, формируют новые представления о природе, как едином целом, и возрождают на новой основе природоведение.

В исследованиях природных ресурсов Земли из космоса, как нигде, органически переплетаются самые разные области научных знаний и техники — почти все направления наук о Земле, многие приложения физико-технических и математических наук, радиотехники и электроники, точной механики, оптики и вычислительной техники, космонавтики и ракетостроения. Успех развития космического природоведения возможен только при органическом объединении исследований, проводимых учеными и специалистами всех перечисленных направлений. В связи с этим журнал «Исследование Земли из космоса» создается как многоплановый. На его страницах предполагается освещать результаты изучения космическими методами литосферы, гидросферы, атмосферы, био-

сферы Земли, проблемы взаимосвязи и зависимости между этими основными компонентами природы. Одновременно будут рассматриваться физические характеристики изучаемых природных компонентов, а также методы и средства получения и обработки космической информации о Земле. Поэтому в журнале планируется освещение следующих основных направлений космических исследований: решение задач наук о Земле и народного хозяйства с помощью космических средств; физические основы космического земледелия; методы и средства получения и обработки космической информации о Земле.

В дальнейшем по мере становления и развития журнала главные направления его будут совершенствоваться, появятся новые разделы, уточнятся рубрики.

Создание нового журнала, призванного освещать изучение природных ресурсов Земли из космоса, должно дать новый толчок для дальнейшего развития естественных наук. Мы полагаем, что журнал будет способствовать объединению и интеграции всех научных направлений естествознания в единую систему наук о природе.

Редколлегия журнала отдаст себе отчет в том, что соединение вопросов развития природоведческого направления, физико-математических методов исследования земных объектов и технических средств получения и обработки космической информации представляет определенные трудности. Тем не менее мы надеемся, что такое многоплановое комплексирование объектов и средств исследования позволит внести в изучение природных ресурсов Земли методы точных наук, а технические средства получения информации сделает более целенаправленными. В этом нам видится не только сложность такого объединения, но возможность создания органического единства естественных, физико-математических наук и приборостроения в развитии космического природоведения.

А. В. Сидоренко, вице-президент Академии наук СССР
«Исследование Земли из космоса», 1980, № 1.

СТРУКТУРА КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЗЕМЛИ

С первых лет существования Советского государства наша Партия и Правительство придавали важное значение работам по изучению естественных богатств страны, их рациональному использованию, охране и воспроизводству, созданию новых методов и средств природоведения. Заботой о решении этой важной проблемы проникнуты многие ленинские декреты, законодательство Союза ССР, пятилетние планы страны, директивные документы ЦК КПСС и Совета Министров СССР.

Решения XXIV и XXV съездов КПСС ориентировали советскую науку и производство на использование космической техники для целей природоведения. Это направление в изучении естественных богатств поставлено на уровень государственной научно-технической и хозяйственной политики и успешно реализуется объединенными усилиями советских ученых, конструкторов, рабочих, космонавтов, исследователей природоведческого профиля.

Экспериментальные работы в области дистанционного зондирования Земли с использованием средств космической техники проводятся в нашей стране, начиная с первых полетов человека в космос. Они показыва-

ли целесообразность создания специальной космической системы изучения природных ресурсов и окружающей среды в интересах многих отраслей народного хозяйства.

В начале был проведен детальный анализ потребностей народного хозяйства страны в орбитальной информации и на этой основе определены технические требования к бортовой и наземной аппаратуре, схема организации работ и этапность их проведения, порядок планирования и взаимодействия, система прохождения информации и ее использования.

Исследования показали, что космическая информация по сравнению с авиационной имеет ряд преимуществ, вытекающих главным образом из особенностей космических платформ — высоты и орбитальной скорости полета.

Эти преимущества состоят в следующем: в снижении затрат на производство съемки; в практически неограниченной обзорности (от локальной до глобальной); в высокой оперативности получения информации за счет орбитальной скорости движения космического аппарата; в возможности получения данных о труднодоступных районах, например Северо-Востоке страны, островах, акваториях морей и океанов; в генерализации информации, в результате которой исчезают отдельные детали, но выделяются черты объектов больших размеров; в мгновенной фиксации информации об огромных территориях; в документальности и объективности информации; в возможности широкого использования при дешифрировании информации метода аналогии и применения высокоавтоматизированных систем обработки; в повышении производительности труда и снижении затрат на обработку космической информации; в возможности постановки исследований по принципу от общего к частному, в то время как традиционные методы базируются главным образом на систематизации и обобщении многочисленных и трудоемких частных наблюдений.

Установлено, что в нашей стране более 1200 научно-исследовательских, проектных, производственных организаций, высших и средних специальных учебных заведений заинтересованы в использовании данных зондирования Земли из космоса. В результате обобщения и ранжирования их пожеланий определены оптимальные параметры общегосударственной космической системы ИПРЗ и установлены технические требования к периодичности и времени съемок, количеству и характеристикам спектральных зон, в которых необходимо вести зондирование, разрешению на местности, полосе обзора, видам информационных документов и др.

Анализ направлений технической реализации дистанционного зондирования Земли показал необходимость постоянно действующей, многофункциональной, сложной, многозвенной системы с высоким уровнем автоматизации процессов получения и обработки информации.

Создание системы связано с решением ряда фундаментальных проблем, проведением общегосударственных организационных мероприятий, определенными капиталовложениями.

Системный подход к формированию концепций построения общегосударственной системы изучения природных ресурсов окружающей среды позволил выработать наиболее экономичные и эффективные направления ее создания, оптимизировать ее информативность, точность, оперативность, надежность под условием возможно более полного удовлетворения потребностей народного хозяйства.

С учетом необходимости развития двух тесно взаимосвязанных и в то же время достаточно автономных направлений получения и исполь-

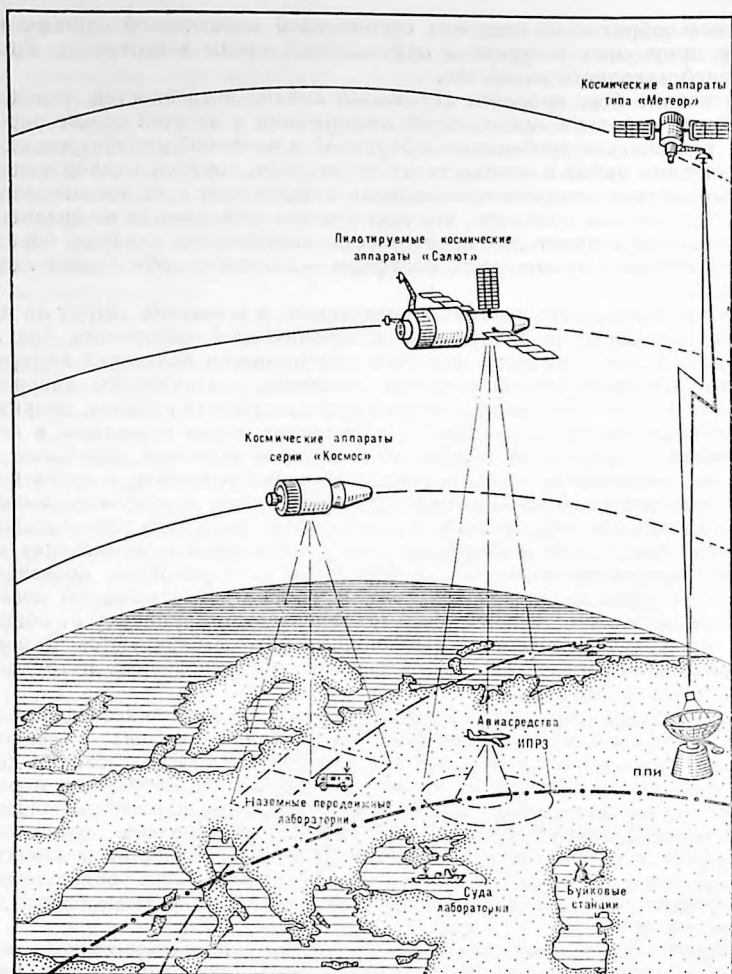


Рис. 17. Структура космической системы изучения природных ресурсов

зования данных дистанционного зондирования (оперативного и долгосрочного характера) в стране созданы два специализированных центра — Государственный научно-исследовательский центр изучения природных ресурсов (ГОСНИЦ ИПР) и Государственный научно-исследовательский и производственный центр «Природа». На эти центры возложены задачи по получению, межотраслевой обработке, хранению и распространению космической информации соответственно оперативного и долговременного назначения. Разработка научно-методических проблем изучения Земли из космоса осуществляется Институтом космических исследований АН СССР во взаимодействии с рядом органи-

заций и учреждений страны. В отраслях народного хозяйства создана и развивается сеть головных, специализированных и территориальных организаций, осуществляющих научно-исследовательские и производственные работы по целевому использованию космической информации.

Общегосударственная космическая система изучения природных ресурсов и окружающей среды может включать как постоянно действующие или привлекаемые следующие основные элементы (см. рис. 17): пилотируемые космические аппараты; космические аппараты типа «Метеор»; космические аппараты серии «Космос»; самолеты-лаборатории; наземные средства приема и межотраслевой обработки информации; сеть наземных и морских полигонов, оснащаемых подвижными и стационарными средствами для контактных и приземных измерений; сеть средств и систем целевой (отраслевой) обработки информации.

Остановимся на целевом назначении упомянутых составляющих.

Пилотируемые космические аппараты наряду с выполнением многих других задач предназначаются для проведения комплекса экспериментальных и опытно-производственных работ по дистанционному зондированию Земли, отработке бортовой измерительной и съемочной аппаратуры, проведения визуальных и визуально-инструментальных исследований. С пилотируемых аппаратов были выполнены первые наблюдения Земли, первые фотосъемки, давшие природоведению уверенность в перспективности использования средств космической техники. Космические орбитальные станции типа «Салют» позволяют разместить комплекс различных приборов, в том числе имеющих значительный вес, габариты и энергопотребление, провести в сопоставимых условиях реализацию конкретных задач зондирования при применении различных приемников, отработать с участием человека оптимальные условия эксплуатации бортовых средств получения информации о Земле.

Многие эксперименты, проведенные космонавтами на орбите, стали основой для формирования технических требований к новой аппаратуре, методике съемок, определению новых областей народнохозяйственного использования космической техники.

В перспективе при условии должного аппаратурного оснащения, обеспечения требуемого наклонения орбиты, увеличения срока активного существования и повышения роли космонавтов орбитальные станции должны играть все большую роль в изучении природных ресурсов и окружающей среды как для получения долговременной информации, так и для решения оперативных задач.

Автоматические космические аппараты типа «Метеор» на первом этапе создания и эксплуатации выполняли сугубо гидрометеорологические задачи. Спутники этого типа обеспечивали получение и сброс информации по радиоканалам на наземные приемные станции. На таких спутниках наряду с выполнением на них штатных функций была показана и отработана методика оперативного получения и использования космической информации в интересах ряда отраслевых задач по изучению природных ресурсов Земли.

Спутники «Метеор» постоянно совершенствовались, росло качество и разрешающая способность информации, расширился диапазон зондирования, в связи с чем получаемые данные стали находить все большее применение в природоведении. Это направление применения космической техники является одним из наиболее эффективных в технико-экономическом отношении для изучения быстротекающих природных процессов и решения задач, требующих большой обзорности при сравнительно невысоком разрешении. Тенденции развития этого направле-

ния дистанционного зондирования обещают дальнейший рост разрешающей способности получаемой видеонформации и удовлетворение все большего круга требований отраслей народного хозяйства как в области оперативных, так и долговременных задач.

Спутники серии «Космос», используемые для изучения природных ресурсов Земли, оснащаются различной аппаратурой и рассчитаны на возвращение на Землю материалов съемки при помощи спускаемых аппаратов. Спутники этого типа позволяют, например, выполнять многозональную фотосъемку. Назначение таких спутников заключается в систематическом обеспечении народного хозяйства страны материалами космических съемок высокого пространственного разрешения для решения производственных и научных задач долговременного характера в интересах изучения земной поверхности, недр, растительного покрова, морей и океанов, шельфовых мелководий и др.

Для проведения исследовательских работ, связанных с отработкой методов и технических средств дистанционного зондирования, выполнением подспутниковых экспериментов, получением информации, обладающей особо высокой разрешающей способностью, в системе используются самолеты-лаборатории. Аппаратурный состав и характер полетов определяются конкретными задачами и, как правило, часто изменяются.

Наиболее распространенный тип самолетов-лабораторий — Ан-30. Они имеют хорошее навигационное оборудование, необходимую грузоподъемность, дальность действия, практический потолок и энерговооруженность.

В космическую систему изучения природных ресурсов входит сеть наземных и морских полигонов. Они представляют собой участки земной поверхности, выбранные в характерных физико-географических зонах страны и достаточно равномерно размещенные по всей территории. Полигоны обеспечиваются научно-технической документацией, дающей описание и необходимые параметры находящихся на них природных образований и позволяющей оперативно и без излишних затрат оценивать информативность получаемых материалов дистанционного зондирования. На полигонах осуществляются подспутниковые наблюдения и измерения, комплексные межведомственные исследования по отработке средств зондирования и методов интерпретации космической информации и др.

Подспутниковые наблюдения проводятся с использованием подвижных и стационарных комплексов и средств контактных и приземных измерений. Они позволяют определять параметры атмосферы, спектральную отражательную способность природных образований, разрешающую способность информации дистанционного зондирования, отрабатывать технические требования к перспективной аппаратуре, приемам дешифрирования и др.

Информация дистанционного зондирования, получаемая из космоса, с самолетов-лабораторий и в результате наземных измерений, поступает в общегосударственные межотраслевые центры и после соответствующей обработки направляется отраслевым потребителям для использования при изучении природных ресурсов и окружающей среды.

Данные дистанционного зондирования Земли, получаемые с существующих средств космической техники, нашли широкое применение при решении многих научных проблем и производственных задач, стали предметом международного сотрудничества.

В государственные планы включены работы по использованию кос-

мических съемок при геологических исследованиях обширных регионов страны; картографировании труднодоступных районов и обновлении топографических карт; изучении лесного фонда; разработке проектов крупных инженерных сооружений, в том числе гидроэлектростанций, нефтегазопроводов, магистральных каналов; комплексной инвентаризации природных ресурсов и др. Уже сегодня экономический эффект от использования космической информации составляет многие десятки млн. руб. Для удовлетворения перспективных требований космическая система ИПРЗ должна развиваться и совершенствоваться. Автоматические космические аппараты, обеспечивающие передачу информации по радиоканалам и возвращение на Землю материалов съемки, а также многоцелевые пилотируемые орбитальные станции и в будущем останутся основными звеньями системы. При этом должна возрасти информативная емкость зондирования, оперативность и глобальность обзора земной поверхности. Важной задачей является освоение наиболее информативных ИК- и СВЧ-диапазонов электромагнитного излучения, использование средств активной локации и обеспечение всепогодности сбора данных.

Безотлагательной потребностью стало развитие средств наземной обработки съемок Земли из космоса. По существу требуется создать разветвленную автоматизированную индустрию преобразования и целевой интерпретации космической информации на базе быстродействующих оптико-электронных и вычислительных систем.

По экспертным оценкам в настоящее время расходы на развитие космической системы ИПРЗ уже окупаются, а в ближайшие годы экономия превысит расходы не менее чем в 12—17 раз и в будущем существенно увеличится. Эти цифры свидетельствуют в пользу всемерного форсирования работ по становлению космического природоведения.

Ю. П. Куенко, директор Государственного научно-исследовательского центра «Природа»
«Исследование Земли из космоса», 1980, № 2.

РАЗВИТИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И РЕСУРСОВ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

На основании Постановления ЦК КПСС о деятельности Сибирского отделения АН СССР началась большая работа по созданию долговременной программы комплексного изучения и научного обоснования использования природных ресурсов Сибири. Она состоит из ряда программ, посвященных отдельным территориально-промышленным комплексам, которые уже начали создаваться и проектироваться на территории Сибири. Трудность в освоении природных ресурсов Сибири обусловлена сложностью ее геолого-географических условий и климатической зональностью. Все это предопределило создание новых подходов к планомерному и рациональному освоению природных богатств Сибири.

Для выполнения комплексной долговременной программы «Сибирь» в Сибирском отделении АН СССР организован ряд научно-координационных советов, объединяющих и координирующих все подразделения, работающие по этой программе. Одним из них является научно-коорди-

национный совет при Президиуме СО АН СССР по проблеме «Аэрокосмические исследования природных явлений и ресурсов», объединивший свыше 20 институтов Сибирского отделения АН СССР, научно-исследовательских и научно-производственных организаций и учреждений других министерств и ведомств, работающих по единому координационному плану. Совет проводит координационные работы по применению аэрокосмических методов при изучении природных явлений и ресурсов между научно-исследовательскими институтами СО АН СССР и другими ведомственными организациями и высшими учебными заведениями. Эти контакты способствуют развитию комплексирования уже сложившихся творческих коллективов сотрудников различных подразделений СО АН СССР в Новосибирске, Красноярске, Иркутске, Якутске.

Для коллективного пользования высокопроизводительными средствами вычислительной техники, повышения эффективности использования автоматической аппаратурной базы при Вычислительном центре СО АН СССР и Институте автоматики и электрометрии СО АН СССР были организованы центры обработки аэрокосмической информации. Работу этих центров координирует Совет по аэрокосмическим исследованиям при Президиуме СО АН СССР. Это помогает с учетом использования возможностей автоматического аппаратурного анализа снимков и обработки их на ЭВМ разрабатывать методы комплексного целевого дешифрирования снимков конкретных районов Сибири с характерными тектоническими, геолого-геоморфологическими и ландшафтными особенностями.

Основные направления аэрокосмических исследований в Сибири и на Дальнем Востоке. Разнообразие ландшафтных особенностей и богатство природных ресурсов Сибири обуславливают уникальность этого края. Применение аэрокосмической информации проводится с учетом климатической зональности для изучения различных компонентов ландшафтов, подчеркивающих особенности геологических структур при поисках полезных ископаемых; проводятся исследования для решения вопросов охраны окружающей среды в районах первоочередного освоения Сибири. В основном использование аэрокосмической информации направлено на дальнейшее развитие фундаментальных и прикладных исследований, отраженных в программе «Сибирь». Эти исследования проводятся по трем основным направлениям.

Первое направление объединяет исследования биологических ресурсов Сибири и Дальнего Востока. В развитии этого направления принимают участие Институт леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, Институт физики им. Л. В. Киренского СО АН СССР (Красноярск), Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, Лимнологический институт СО АН СССР (Иркутск), Биологический институт СО АН СССР, Институт почвоведения и агрохимии СО АН СССР, Центральный сибирский ботанический сад СО АН СССР (Новосибирск). Это направление включает разработку дистанционных методов контроля за состоянием окружающей среды, в том числе оценки антропогенного воздействия на природные ресурсы в районах строительства крупных промышленных территориальных комплексов. Проводится разработка методов дистанционной оценки пожарной опасности лесов, оценка экологических последствий лесных пожаров; разрабатывается методика прогнозирования вероятности возникновения и распространения лесных пожаров. Изучение дистанционными методами биологической продуктивности природных территориальных комплексов дает возможность определять продуктивность древостоя, проводить

оценку гидроклиматических функций леса на основе биофизического подхода. В результате дешифрирования и машинной обработки разномасштабных аэрофотоснимков выявлена перспективность использования дистанционных методов для выделения и оценки охотничьих угодий. Выявлена возможность использования аэрокосмических методов для изучения морфолого-генетических признаков и структуры речных водосборов, динамики снежного покрова, затопления поймы и русловой сети. На основе разномасштабных аэрофотоснимков разработана методика составления специализированных карт для изучения связи таежных ландшафтов с геологическими структурами.

По материалам космических телевизионных съемок и аэрофотосъемок с использованием тематических карт выявлена структура ландшафтов Западной Сибири и Приангарья; составляются серии карт природных территориальных комплексов различного ранга, являющихся ландшафтной основой для тематического картографирования таежных территорий.

Разработаны основные принципы системы ландшафтно-статистических методов инвентаризации лесов, которые позволяют получать более точную и в большем объеме информацию о лесных биоценозах для решения задач использования, охраны и воспроизводства лесных ресурсов. Определены информационные возможности разномасштабной аэрофотосъемки для картографирования болот, установлены качественные дешифровочные признаки лесоболотных экосистем. Разработана типологическая классификация болотных биогеоценозов, на основе которой по материалам аэрофотосъемки составлена серия опытных вариантов лесоболотоведческих карт.

Одним из важных аспектов изучения природоведческого направления является изучение динамики процессов, протекающих в природно-территориальных комплексах и связанных с естественной цикличностью природных явлений. По изменению спектральных параметров древесного полога на снимках выявляются очаги вредителей, определяются информационные признаки, характеризующие стадию развития патологических изменений в лесных насаждениях.

Большое значение аэрокосмические исследования имеют при наблюдении за состоянием биосферы нашей планеты. Для этого необходимым условием является создание экспрессных методов определения динамики биологических процессов на поверхности суши и воды с помощью аппаратуры, размещенной на подвижных носителях — судах, самолетах, спутниках, с помощью которой изучают изменение содержания хлорофилла. Применительно к водоемам на космоснимках по спектрам отражения изучаются концентрации хлорофилла, загрязнения нефтепродуктами, покрытость льдом и т. п., т. е. оцениваются состояние поверхности и свойства верхних слоев воды.

Большое значение космические фотоснимки имеют для изучения биологических ресурсов океана. Экспериментальная космическая океанография делает только первые шаги. Но можно с уверенностью сказать, что методы и средства дистанционного зондирования с борта космических аппаратов дают океанологам мощный инструмент, способный поднять изучение мирового океана на значительно более высокий уровень, широко использовать эти достижения в интересах народного хозяйства страны.

Таким образом, использование космических снимков имеет, а в дальнейшем с накоплением информации будет иметь еще большее значение при решении проблем рационального природопользования и охраны

окружающей среды, особенно при рациональном использовании пойм, при организации специальных испытательных мелноративных полигонов для отработки прогрессивных способов многоцелевого улучшения пойменных ландшафтов и эффективного ведения хозяйства.

Второе направление охватывает геолого-географические исследования с помощью средств космической фотонформации. В научно-координационном совете это направление разрабатывается Институтом геологии и геофизики СО АН СССР (Новосибирск), Институтом земной коры СО АН СССР, Институтом географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР (Иркутск), Геологическим институтом Якутского филиала СО АН СССР, Институтом мерзлотоведения СО АН СССР (Якутск), Геологическим институтом Бурятского филиала СО АН СССР, геологическими территориальными управлениями и научно-исследовательскими институтами Министерства геологии СССР и другими ведомственными учреждениями, работающими в Сибири и на Дальнем Востоке.

Коллективы этих организаций разрабатывают принципы и методы использования аэрокосмических средств для поисков перспективных нефтегазовых структур, для выявления роли разломов в размещении рудных месторождений, для выполнения характера проявления новейших тектонических движений и сейсмической активности в Сибири и на Дальнем Востоке.

В настоящее время всталла задача изучить с использованием аэрокосмической информации закономерности расположения геологических структур, установить те признаки, которые помогают целенаправленно вести и выявлять месторождения, расположенные как на больших глубинах, так и вскрытые на поверхности. Опыт дешифрирования космических платформенных структур в Западной Сибири показал реальную возможность выявления по фотоаномалиям перспективных в нефтегазовом отношении площадей и определения направлений первоочередных поисковых работ.

В приенисейской Сибири путем дешифрирования телевизионных космических снимков выявлены новые структурные формы, представляющие большой интерес для поисков ловушек нефти и газа. Приуроченность нефтегазовых месторождений к Колтогорско-Уренгойской зоне глубинных разломов в Западной Сибири дает возможность по-новому направлять дальнейшие поисковые работы на нефть и газ, заставляет уделять особое внимание изучению систем разломов. Так, для Западной Сибири проводилась попытка выяснить закономерности пространственного размещения нефтегазовых объектов относительно дизъюнктивных систем. За основу бралась карта дизъюнктивов Западно-Сибирской плиты и смежных с ней территорий, составленная научно-производственным объединением «Аэрогеология» по телевизионным снимкам. Выяснилось пространственное совпадение и сходство ориентировки узлов плотности дизъюнктивов и зон нефтегазоносности. Используя преимущественную приуроченность зон газо- и нефтенакпления к различным уровням плотности дизъюнктивов, можно карту, составленную на основе аэрокосмических дистанционных исследований, использовать для подтверждения и уточнения известных карт прогноза нефтегазоносности.

Кроме того, для наиболее эффективного использования фотонформации, снятой в различное время года, разработаны структурно-геоморфологические методы дешифрирования космических снимков. Эталонные признаки проявления новейших тектонических движений выявля-

лись на площадях структур Верхне-Салымского, Сургутского, Березовского, Уренгойского нефтегазовых месторождений.

Для накопления банка «эталонной» информации, необходимой для дальнейшей обработки аэрокосмических фотоматериалов на ЭВМ, предложено вести картотеку учета постоянно «текущей» аэрокосмической фотoinформации для всех нефтегазовых площадей Западной Сибири. На этих карточках для каждой структуры, кроме ее параметров, возраста пород продуктивной толщи и тектонической обстановки, выносятся основные структурно-геоморфологические признаки, выявленные на основании дешифрирования космических снимков. Эти признаки необходимо знать и для изучения характера проявления новейших тектонических движений. Для этой цели особое внимание следует уделять строению речных долин и водораздельных пространств.

Таким образом, тщательный анализ всех видов аэрокосмической информации с учетом специфических особенностей сезонных съемок исключает возможность допускать ошибки, обусловленные различными метеорологическими помехами. Из проведенных наблюдений видно, что анализ фотокосмических материалов любого масштаба необходим для изучения структур фундамента и платформенного чехла и их отображения в современном рельефе, характера проявления новейших тектонических движений, роли разломов в формировании современного структурного плана и для размещения полезных ископаемых.

Аппаратурная обработка космических снимков при комплексных структурно-геоморфологических исследованиях известных нефтегазовых структур даст возможность целенаправленно планировать работы при поисках нефти и газа в малоизученных районах Западной Сибири.

Один из важных вопросов применения аэрокосмической информации для геологических целей — изучение роли разломов в размещении рудопоявлений, что имеет большое значение для решения вопросов металлогении Сибири и Дальнего Востока. Этот вопрос заслуживает особого внимания при геологическом дешифрировании космических снимков, при выделении глубинных разломов, являющихся рудопроводящими и рудоконтролирующими структурами. Так, проведенный анализ положения рудных объектов по отношению к элементам сводово-блоковых структур Алтае-Саянской горной области, выявленных в результате дешифрирования космических снимков, показал, что особое внимание заслуживает редкометалльный рудный район Юго-Восточного Алтая. Достаточно определенные закономерности размещения эндогенного оруденения устанавливаются по отдешифрированным морфотектоническим элементам. Отчетливо устанавливается закономерная локализация полиметаллических золоторудных и редкометалльных районов вдоль зон поперечных северо-восточных и широтных разломов. При этом отмечается «узловое» распространение оруденения на участках пересечения продольных и поперечных глубинных разломов. Ртутно-рудные зоны в пределах Алтае-Саянской горной области контролируются продольными разломами. Наиболее важные рудные узлы локализованы на участках резкого изгиба зон таких разломов.

Таким образом, использование материалов съемок из космоса позволяет составлять объективные структурно-тектонические модели земной поверхности, а составленные сводные космофотогеологические, космофототектонические карты содержат объективные критерии для прогнозирования оруденения.

Проведенные исследования подтверждают, что морфотектонический

анализ на основе дешифрирования космических снимков и морфометрической обработки современного рельефа позволяет устанавливать положение структурных форм, созданных в процессе тектоно-магматической активизации и определяющих закономерности размещения многих эндогенных полезных ископаемых.

Не менее важное значение при дешифрировании космоснимков Сибири имеет выявление кольцевых структур. Так, на Алданском щите эти структуры увязываются с элементами докембрийской тектоники. Предполагают, что кольцевые структуры являются отражением дуговых и кольцевых разломов, зародившихся на самых ранних стадиях развития земной коры, которые оказывают существенное влияние на историю геологического развития и металлогению древних щитов. Рудоконтролирующее значение кольцевых структур Алданского щита устанавливается по размещению железорудных, апатитовых месторождений. В одном из районов кимберлитового магматизма точечные аномалии фотонизображений соответствуют иногда известным кимберлитовым трубкам. Многие южноверхооянские золоторудные и россыпные «узлы» большей частью приурочены к кольцевым структурам.

Таким образом, опыт использования космической информации в Красноярском, Западно-Сибирском, Якутском территориальных геологических управлений доказывает, что даже первая качественная интерпретация результатов дешифрирования различных космических фотоматериалов дает огромный объем новой информации о геологическом строении Сибири и Дальнего Востока.

Большое значение аэрокосмическая фотонформация имеет при комплексных структурно-геоморфологических исследованиях для выяснения динамики современных тектонических движений и оценки роли разломов в формировании современного структурного плана как равнинных, так и горных областей Сибири.

Проведенное дешифрирование телевизионных космических снимков позволило выявить наибольшую активизацию современных тектонических движений в районах стыков разнонаправленных глубинных разломов. Это субширотные — Окинский, Тункинский, Каахемский — глубинные разломы, пересеченные глубинными разломами Хубсугульского субмеридионального простираия. Эти движения как бы способствуют «выклиниванию», «выпиранию» тектонических блоковых поднятий Алтае-Саянской горной области, образованию серии активных морфоструктурных «узлов», к которым приурочены эпицентры землетрясений. Морфоструктурные «узлы» на аэроснимках представляют перекрешивание линейно-вытянутых спрямленных элементов рельефа, речных долин, которые большей частью подчеркивают основное направление разломов. Особое внимание следует уделять морфоструктурным «узлам», унаследовавшим свою активность от древних геологических структур.

Близость сейсмически активной Байкальской внутриконтинентальной рифтовой зоны оказывает большое влияние на проявление современных тектонических движений в пределах Алтае-Саянской горной области, на активизацию зон глубинных разломов, сопровождающуюся излияниями четвертичных базальтов, на проявление землетрясений, на перестройку древних структурных планов, что свидетельствует о продолжении горообразовательных процессов. Особый интерес в районе сопряжения Алтае-Саянской горной области и оз. Байкал представляют поперечные структуры, поскольку в этих местах нередко развиваются значительные дифференцированные тектонические движения, которые могут явиться предвестниками землетрясений.

Использование космической фотонформации помогает уточнять сейсмическое районирование на территории Южной Якутии, а также особенности тектонического строения и местоположения разломов в Якутской алмазоносной провинции.

Кроме того, второе направление, разрабатываемое научными геолого-географическими подразделениями Сибирского координационного совета по аэрокосмическим исследованиям, связано с тематическим картографированием района строительства БАМа и с определением на полигонах интенсивности многолетних, годовых и сезонных циклов процессов рельефообразования. Для Северного Прибайкалья разработаны методы тематического картирования и составления ресурсных, инвентаризационных и других карт. На основании дешифрирования аэрокосмических фотоматериалов выполняется типизация структур нефтегазоносных областей Западной Сибири, а также изучение разломов юга Сибири с целью прогнозного металлогенического анализа.

Третье направление — использование аэрокосмической фотонформации в исследованиях природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока — связано с разработкой принципов и методов автоматизированной обработки этой информации. Сюда входят создание алгоритмов и программ автоматической обработки, создание систем сбора — банка информации, разработка техники дистанционных регистрирующих систем.

От Научно-координационного совета по аэрокосмическим исследованиям в разработке этого направления принимают участие Вычислительный центр СО АН СССР, Институт автоматики и электрометрии СО АН СССР, Специальное конструкторское бюро СО АН СССР (Новосибирск), Институт физики им. Л. В. Киренского СО АН СССР (Красноярск), Институт оптики атмосферы СО АН СССР (Томск).

В целях создания и развития автоматизированных систем обработки информации и повышения эффективности их использования в интересах научно-исследовательских подразделений Сибирского отделения АН СССР созданы и создаются Вычислительный центр коллективного пользования (ВЦКП) СО АН СССР, Центр автоматической обработки аэрокосмической информации, Центр обработки космической информации при геолого-геофизических и других исследованиях.

Научный совет по аэрокосмическим исследованиям координирует работу пользователей в центрах обработки. Это позволяет среди специалистов разного профиля проводить активный обмен опытом.

Централизованная обработка на ЭВМ позволяет на эталонных участках различных типов структур отрабатывать комплексную методику дешифрирования аэрокосмической информации для изучения характера проявления новейших тектонических движений, особенностей сопряжения различных типов структур, выявления разломов и их роли в размещении полезных ископаемых.

Широкое внедрение ЭВМ при обработке аэрокосмической фотонформации со временем ликвидирует тот большой разрыв между средствами получения дистанционной информации и средствами ее обработки, который существует в настоящее время. С этой целью и организуются центры автоматической обработки информации, где сосредоточивается специальная техника. С помощью ЭВМ и осуществляется процесс трансформирования изображений, приведение их в необходимые масштабы и к определенной картографической проекции (с нанесением координатной сетки).

Применение многозональной съемки послужило толчком к использованию оптических плотностей для составления карт автоматического распознавания. Кроме того, с помощью ЭВМ проводится ландшафтное районирование на основе классификации природных объектов, для чего на типовых участках анализируют горные породы, растительность, рельеф и т. д. и затем выделяют числовую дифференциацию различных классов.

Таким образом, третье направление исследований связано с широким внедрением ЭВМ и автоматической обработки аэрокосмической информации в различных исследованиях различных природных явлений и ресурсов.

Основные задачи дальнейших аэрокосмических исследований в Сибири и на Дальнем Востоке. Выполнение принятой долговременной программы, направленной на освоение природных ресурсов Сибири, поставило перед Научно-координационным советом по аэрокосмическим исследованиям важные задачи по объединению и координации всех исследований, проводимых по трем вышеуказанным направлениям.

Первая задача связана с расширением комплексных аэрокосмических исследований и применением электронно-вычислительной техники и автоматической обработки при использовании космической фотонформации. Это обусловлено тем, что космическая фотонформация дала возможность выявлять глобальные и региональные закономерности в природных явлениях, обнаруживать процессы и явления, недоступные для наблюдения другими методами, оперативно получать материалы с определенной периодичностью на большие по площади территории. В связи с этим расширяется и круг задач, исследуемых при поисках полезных ископаемых, при изучении районов молодого вулканизма, при сейсмическом районировании, при гидрологических, почвенных, геоботанических исследованиях, при изучении лесных ресурсов и борьбе с их вредителями. Широкое применение вычислительной техники и автоматической обработки поможет решать задачи, поставленные перед исследователями Сибири и Дальнего Востока.

Вторая важная задача — составление обобщающих космофотокарт, на основе которых могут быть построены уточненные космогеологические, космотектонические, структурно-геоморфологические и другие тематические специальные карты. Космофотокарты Сибири и Дальнего Востока помогут уточнять типы сочленений различных структур молодых и древних платформ, эпиплатформенных и орогенных областей, выявлять особенности переходных приплатформенных, предорогенных структур, высветить роль глубинных разломов в размещении полезных ископаемых. Космофотокарты явятся новой основой при составлении металлогенических и прогнозных карт, будут иметь большое значение при создании специализированных охранно-природоведческих карт, способствующих рациональному использованию природных ресурсов. Космофотокарты Сибири и Дальнего Востока дают богатейший материал для изучения природных связей климатической зональности и структурно-геоморфологических особенностей этого многообразного края.

Третья задача связана с проведением районирования Сибири и Дальнего Востока по условиям интерпретации аэрокосмической фотонформации.

В настоящее время уже пройден тот период «распознавания», «угадывания» на космических снимках тех отдельных геологических объектов, которые в свое время исследователи наблюдали, картировали, де-

тально изучали на местности маршрутными съемками. Теперь, когда получен обширный региональный материал для составления космофотогеологических и космофототектонических карт, наступил период изучения природных связей. Это районирование должно отражать и выявлять причинные связи особенностей современного рельефа с глубинными структурами, разрывными нарушениями, приуроченность тех или иных полезных ископаемых к глубинным разломам и т. д.

Кроме того, на основе космофотокарт необходимо провести районирование степени освоения природных ресурсов с учетом перспективного развития и влияния антропогенного воздействия на окружающую природную среду.

Четвертая задача связана с созданием в Сибири и на Дальнем Востоке комплексных аэрокосмических полигонов для наземных подспутниковых наблюдений, на которых должны разрабатываться методы решения различных природоведческих задач.

Решение поставленных задач, активное подключение для их выполнения всех научных подразделений Сибирского научно-координационного совета по аэрокосмическим исследованиям, проведение ежегодных научных сессий с широким обменом опытом и отчетами о проделанных работах, с привлечением исследователей академических и ведомственных институтов и организаций явится залогом для успешного выполнения программы «Сибирь», направленной на комплексное изучение и научное обоснование использования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока.

А. Л. Янишин, Л. К. Зятькова

«Исследование Земли из космоса», 1980, № 1.

ЗЕМНЫЕ ГЛУБИНЫ С ОРБИТЫ

С орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-35» — «Прогресс-9» регулярно проводятся так называемые геологические сеансы связи. Космонавты выполняют исследования по заказам научных учреждений страны, связанных с изучением недр Земли.

Сегодня больше, чем когда-либо, экономика страны зависит не только от того, сколько добывается нефти, газа, угля, железа, меди и других полезных ископаемых, но и от того, где и в каком количестве природа разместила минеральные и энергетические ресурсы.

В решениях XXV съезда КПСС отмечена необходимость усилить поисково-разведочные работы в районах действующих горнопромышленных предприятий. Сейчас экономически оправданной считается добыча железных, медных и других руд с глубин до 1—1,5 км. В дальнейшем этот предел будет увеличиваться. Поэтому сегодня большое внимание уделяется исследованию глубоких горизонтов. В таких условиях выявление новых месторождений усложняется, поскольку вероятность их обнаружения с помощью традиционных методов и дорогостоящего бурения снижается. В Институте геофизики Уральского научного центра АН СССР в последнее время выполнены некоторые работы, потенциально имеющие, на мой взгляд, широкую область применения. Проведенная совместно геофизиками нашего института и Уральского геологического управления детальная площадная съемка распределения продольных и поперечных упругих волн, возбуждаемых взрывами, дала интересные результаты. На Среднем Урале были выделены пересекающиеся системы глубинных и кольцевых разломов земной коры и тя-

готеющие к ним площади, перспективные на железные и медноколчеданные руды. Упругие волны как бы просвечивают толщу пород сбоку и снизу и дают картину их строения.

Представляется интересным изучить региональные закономерности размещения разломов, связь с ними геологических структур, которые могут содержать ископаемые. Соответственно появляется необходимость выявить на основе совместного анализа снимков Земли из космоса и геофизических данных признаки, которые могут указывать на возможное присутствие нужных залежей. Это направление исследований имеет большой практический и научный интерес и нашло отражение в работе, которую в институте ведут кандидаты наук А. Алейников и О. Беллавин вместе с сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского геологического института и Центральной космоаэрологической экспедиции Министерства геологии СССР. Обзор с высоты орбиты дает возможность обнаруживать и проследивать тектонические нарушения на громадных территориях, включающих различные геологические провинции. Так, снимки со спутников «Метеор» на территориях, включающей Урал, Зауралье и восточную окраину Русской платформы, помогли выявить около тысячи разломов протяженностью от двадцати до сотен километров каждый.

Результаты изучения тектонических разломов на больших площадях с выходом далеко за пределы Урала позволяют подойти к пониманию причин «кустового» размещения полезных ископаемых в пределах Уральского региона.

Прогнозирование перспективных площадей — сложный, многоэтапный процесс. В качестве одной из его основ может быть принято представление о зависимости размещения полезных ископаемых от особенностей региональной системы разломов. В связи с этим возрастает практическое значение дистанционных аэрокосмических исследований.

В сочетании с геофизическими и геологическими методами они позволяют перейти от геометрически упрощенной схемы к более точной, с характеристикой отдельных участков поясов по совокупности различных признаков, сигнализирующих о вероятности обнаружить рудоносные структуры.

Система разломов — это своеобразная геологическая летопись формирования и эволюции земной коры, которую еще предстоит научиться читать. Пока не все физические методы «работают» на эту проблему в полную силу, хотя некоторым из них (например, электромагнитным) присуща высокая информативность.

Упрощенно суть дела тут такова: периодическое или импульсное электромагнитное поле, возбуждаемое генератором, проникает в недра, специальная аппаратура фиксирует, как те или иные глубокие слои деформируют это поле. На протяжении ряда лет в институте под руководством кандидатов наук Г. Астраханцева и В. Титлинова разрабатывалась методика и аппаратура электромагнитного индукционного зондирования для выявления медноколчеданных месторождений «скрытого» типа. Она была передана экспедициям Уральского и Башкирского геологических управлений. Ее применение оказалось плодотворным и способствовало открытию на севере Урала медноколчеданных месторождений (в частности, Саумского и Ново-Шемурского) с промышленными запасами.

Следует отметить, что электрическая разведка недр имеет длительную историю. Успехи электроники привели к повышению ее эффективности, но не в той степени, чтобы обеспечить необходимую глубину зон-

дирования и разрешающую способность. Развитие здесь пошло по двум конкурирующим, а иногда дополняющим друг друга направлениям. Одно из них связано с совершенствованием приемной аппаратуры, другое — с возбуждением сверхмощных электромагнитных полей.

В свое время академик Е. Велихов предложил использовать мощный импульсный магнитогидродинамический генератор для электромагнитного зондирования, т. е. для получения данных об электропроводности различных слоев земной коры и выявления перспективных на поиск ископаемых структур. Электропроводность пород — достаточно информативный показатель, характеризующий состав, пористость, трещиноватость, влагонасыщенность и температуру земных недр.

В 1975 г. один из первых экспериментов по электромагнитному зондированию с таким источником тока был проведен на Урале Институтом геофизики Уральского научного центра совместно с Институтом атомной энергии им. И. В. Курчатова. Было выявлено повышение электропроводности на глубинах ниже 30—40 км, что, по-видимому, обусловлено изменением состояния вещества и повышением температуры. Эти работы получили дальнейшее развитие. В 1978 г. экспедиция института, возглавляемая кандидатом наук А. Краснобаевой, участвовала в более масштабном эксперименте с магнитогидродинамическим генератором на Кольском полуострове.

Вместе с тем работы показали, что приемно-измерительная часть общего комплекса зондирования не во всем соответствует стоящим задачам и возможностям, которые открывает перед геофизикой применение мощных источников тока. Они создают поле на площади в десятки и сотни тысяч квадратных километров, а регистрация пришедших из глубин сигналов осуществлялась только в десяти точках, да и то не одновременно.

Обращение к космической технике привело к успеху в решении этой важной проблемы. По одной из международных программ совета «Интеркосмос» Институт космических исследований АН СССР совместно со специалистами из ГДР и ВНР разработал комплекс аппаратуры спутниковой системы передачи информации, который состоит из автономных буев, бортовой электроники и наземной приемной станции.

В нашем институте была изучена возможность использования подобной системы для геофизических исследований. Оказалось, что она универсальна и имеет ряд преимуществ. Например, посылая через спутник команды, можно изменять программу работы буев, оперативно извлекать хранящуюся в их памяти информацию. Но все это нужно было проверить в полевых условиях.

На подготовительном этапе потребовалось сконструировать блоки уплотнения данных и блоки сопряжения датчиков с буйами. Испытания состоялись в 1978 г. Бортовая электроника размещалась на самолете, который один раз в сутки пролетал над местом, где с помощью вертолета были выставлены буи. Посылаемые ими сигналы фиксировались на бортовом магнитофоне и сбрасывались затем по радиоканалу на наземную приемную станцию, где осуществлялась их оперативная обработка. Экспедиция, возглавляемая кандидатами наук В. Уткиным и И. Тавриным, пришла к выводу о целесообразности применения подобных систем для исследования недр Земли, особенно в труднодоступных, неосвоенных районах и на морском шельфе.

У геофизиков Уральского научного центра АН СССР имеется хороший научный задел для повышения эффективности работ и другими методами, связанными с поиском и разведкой минерально-сырьевых

ресурсов. Дело за тем, чтобы сократить пока еще слишком долгий путь от рождения научной идеи до ее практического использования на обширных просторах Урала, Сибири и Дальнего Востока.

Б. Дьяконов, директор Института геофизики
Уральского научного центра АН СССР,
доктор технических наук, г. Свердловск

«Правда», 10 мая 1980 г.

КОСМИЧЕСКИЙ СПЕКТРОГРАФ

Орбитальная станция «Салют-6» оснащена первоклассным фотооборудованием. Снимки, получаемые из космоса, содержат много полезной информации о природных ресурсах Земли. А что дает космическая спектрометрия? Какими новыми данными она дополняет космическое фотографирование?

Безусловно, фотографии, получаемые из космоса, служат важным средством исследования природных ресурсов Земли. Напомним, что к числу достоинств космических фотографий следует отнести их высокую разрешающую способность. Они хорошо передают цвета и позволяют получать изображения в достаточно узких, наиболее информативных участках длин волн электромагнитного излучения.

Однако уходящее от Земли в космос электромагнитное излучение можно регистрировать не только фотоаппаратами типа МКФ-6, но и спектральной аппаратурой. Этот метод исследования нашей планеты основан на свойстве различных природных образований (пустыни, лес, вода, различные виды земель и растительного покрова) давать специфический, присущий только данному объекту спектр отражения солнечного излучения. Так, например, применяемый на комплексе «Салют-6» — «Союз» ручной спектрограф регистрирует яркость объекта на каждой длине волны. Получается как бы множество фотографий, набор которых и представляет собой спектр. Это дает возможность создать каталоги и с их помощью по космическим изображениям распознавать тип и состояние земного объекта, скажем, определять степень зрелости посевов, оценивать урожайность.

Космическая спектрометрия позволяет также судить о степени загрязнения атмосферы. Не исключено, что она позволит ответить на вопрос: а как в связи с этим изменится климат нашей планеты? Обнаружить присутствие пыли в воздушной толще, изучить это явление помогают наблюдения космических зорь, регистрация спектров яркости атмосферы вблизи сумеречного и дневного горизонтов.

Первый образец малогабаритного ручного спутникового спектрографа РСС был разработан в Ленинградском государственном университете под руководством члена-корреспондента АН СССР К. Кондратьева. С этим прибором космонавты Б. Воинов и Е. Хрунов на корабле «Союз-5» провели спектрографирование сумеречного ореола Земли. Целью исследований было изучение возможности обнаружения глобальных аэрозольных слоев в атмосфере Земли по спектрам вертикального профиля яркости ореола перед восходом Солнца. В то время имелись только фотографии сумеречного горизонта, снятые В. Николаевой-Терешковой обычным фотоаппаратом. На черно-белом снимке в изображении светящейся атмосферы частично вклинились две горизонтальные темные полосы. Это явление объясняли эффектом ослабления кар-

тины ореола двумя аэрозольными слоями, постоянно присутствующими в атмосфере на высотах около 11 и 20 км.

Прибор РСС в отличие от фотокамеры показал значительно меньший эффект ослабления яркости ореола аэрозольными слоями и дал объективную картину поля яркости ореола. Успешное использование его на корабле «Союз-5» послужило рекомендацией для усовершенствования аппаратуры и дальнейшего развития программы научных исследований по спектрографированию природной среды из космоса. Были разработаны новые модели РСС с более совершенными оптическими схемами и конструкцией. Объектами съемок таким прибором стали также дневной горизонт и поверхность Земли.

К достоинствам прибора следует отнести простоту устройства, малые габариты и вес, надежность конструкции, автономность, удобство эксплуатации. Космонавт может проводить спектрографирование через любой иллюминатор диаметром не менее 100 мм. Подготовка к работе прибора в основном сводится к операциям, подобным обычному фотографированию: курком заводится фотозатвор и сменяется кадр, с помощью визира прибор нацеливается на объект и нажатием на спусковую кнопку совершается съемка.

Быстродействие, хорошая чувствительность, пространственное и спектральное разрешение пока еще превосходят характеристики приборов с фотоэлектрической регистрацией спектра — спектрофотометры. Однако у последних несколько выше точность измерений, которая определяется неравномерностью слоя эмульсии по площади аэрофотопленики. Диапазон измерений РСС ограничен областью спектральной чувствительности эмульсии, в основном захватывающей видимый участок длин волн. Кроме того, требуется много времени для получения количественной информации, так как процесс измерений связан с проявлением спектрограмм и их последующим микрофотометрированием. О качестве информации можно судить лишь после доставки материалов на Землю.

Приборы РСС находят все большее применение при дистанционных методах исследования природных ресурсов Земли из космоса. Сейчас перспектива их использования выглядит следующим образом. В космосе — измерение спектральных яркостей природных и искусственных объектов, профилей контрастных переходов как на границе между различными типами подстилающей поверхности, так и внутри каждого типа, цвета и степени поляризации отраженного излучения. На Земле прибор применяется для измерения коэффициентов яркости отдельных природных объектов в походных полевых условиях. Все эксперименты выполняются при участии космонавта, который визуально осуществляет поиск и наблюдение, а затем производит спектрографирование объекта. Автономность прибора позволяет выполнять съемку в любой подходящий момент, что, конечно, повышает вероятность получения уникального материала. Что же касается получения массового систематического материала, то для этого необходимы автоматические спектрофотометры.

Что же представляет собой регистрируемый кадр? Верхнюю его часть занимает изображение объекта — фотопривязка. На ее поле пунктиром отмечается участок, изображение которого выделено входной щелью спектрографа и разложено в спектр. Спектральное изображение участка, содержащееся в нижней части кадра, — спектрограмма. Например, когда объект состоит из подстилающих поверхностей двух различных типов (суша — море), граница между ними проходит через

центр фотопривязки и соответственно пересекает входную щель прибора. Поэтому верхняя часть спектрограммы содержит в себе спектр яркости суши, а нижняя — моря. При увеличении числа границ объектов на входной щели увеличивается число различных спектров (на одном кадре РСС можно различить спектры до 60 элементов).

Способность прибора дифференцировать спектры отдельных элементов используется для вертикального зондирования атмосферы. В этом случае космонавт направляет спектрограф на горизонт так, чтобы входная щель пересекала вертикально изображение светящейся атмосферы. При обработке спектрограммы определяется спектральная яркость элементов объема атмосферы, расположенных на различных высотах перигея линии визирования. С высоты орбиты 250—300 км прибор разрешает элементы атмосферы с шагом около 1,5 км.

Космонавт имеет возможность выполнить калибровку прибора по Солнцу. Спектр эталона снимается в виде изображения фотометрического клина, что упрощает процесс пересчета плотности почернения исследуемого негатива в спектральную яркость. Если выполнить калибровку по Солнцу и спектрографирование объекта через один и тот же иллюминатор, то из полученных результатов исключается систематическая ошибка, связанная с неточностью знания ослабляющего эффекта иллюминатора, коэффициент пропускания которого в течение полета изменяется.

За время эксплуатации РСС было многократно проведено спектрографирование сумеречного и дневного горизонтов. Наиболее удачные спектры сделаны на кораблях «Союз-5» и «Союз-13». С помощью спектров удалось сопоставить экспериментальные и теоретические данные с целью изучения возможности решения ряда задач атмосферной оптики. Речь идет о получении вертикальных профилей оптических активных компонентов атмосферы, влияющих на состояние климата планеты. Кроме того, по данным измерений яркости горизонта можно определять содержание озона и аэрозоля.

Спектральную яркость природных образований на поверхности Земли систематически начал измерять В. Горбатко во время полета на корабле «Союз-7». Первоначально ставились задачи получить спектры отражения поверхностей, характерно присущих географическим зонам и районам. При этом было исследовано влияние атмосферы на передачу спектральных контрастов подстилающей поверхности. Сейчас пополняется набор спектров, свойственных природным образованиям распространенных типов. На самолетах производится спектрографирование объектов при различных стадиях их развития и качественного состояния. Результаты имеют большое значение для разработки методов классификации спектров объектов, определения оптимального объема измеряемых параметров и необходимых условий измерений. Немаловажное значение имеет разработка методов контроля за состоянием природной среды, а также приборов и систем, способных дать информацию для планирования народнохозяйственных работ.

Разрабатывается спектрограф с улучшенным пространственным и спектральным разрешением специально для съемки спектров подспутниковых точек по трассе полета. Он даст возможность получать информацию о спектрах отражения сельскохозяйственных угодий, лесных массивов и акваторий морей и океанов по линии протяженностью до 1000 км.

В. Орлов, А. Уваров

ПОМОГЛИ НАБЛЮДЕНИЯ ИЗ КОСМОСА

Всесоюзное научно-производственное объединение «Аэрогеология» Министерства геологии СССР выполняет работы, без которых сегодня трудно представить эффективную разведку подземных недр.

Речь прежде всего идет о наблюдениях из космоса. С помощью данных, полученных с орбиты, специалисты объединения сейчас завершают важный этап программы по изучению структуры земной коры на северо-востоке нашей страны.

— Охотско-Чукотский вулканический пояс — его протяженность 2000 км — богатейшая кладовая полезных ископаемых, — рассказывает главный геолог объединения В. Козлов. — Были времена, когда там курились горные вершины, над ними взлетали камни и глыбы, рвалась из жерла расплавленная лава. Десятки миллионов лет минуло с той поры... Современная практика показала, что вулканы «трудились» не напрасно: в тех районах в наши дни обнаружены солидные рудные месторождения. При традиционных геологических поисковых методах сложно, порой просто невозможно выявить закономерности их распределения. Не работать же наугад... Тут важно найти центры древних извержений и связанные с ними структуры земной коры. Сделать это непросто — вулканические горы ведь давно осели. На помощь и пришла космическая техника. Снимки, сделанные с орбиты, позволили ясно различить многочисленные кольцевые структуры с диаметром часто в несколько десятков километров — попробуй-ка разглядеть их с Земли... Оказалось, что они и определяют размещение многих рудных образований вулканического происхождения, которые располагаются по обрамлению древнего жерла вулкана. Сейчас намечены участки для проведения детальных поисковых работ и уже получены положительные результаты.

Нами проведены большие работы и по космофотогеологическому картированию зоны Байкало-Амурской магистрали. Это помогло выбрать верное направление геологических изысканий по широкому комплексу полезных ископаемых, обнаруженных вблизи БАМа.

А. Поляков

«Известия», 5 февраля 1980 г.

ПО «СОВЕТУ» СПУТНИКОВ

Специалисты Иркутской геологосъемочной экспедиции закончили составление необычной — космической — карты района строительства Байкало-Амурской магистрали. Схема подземных структур получена после рашифровки снимков поверхности планеты, сделанных из космоса.

Не первый год геологи изучают Приангарье с помощью информации, полученной со спутников. Новое направление в поиске и разведке полезных ископаемых основано на любопытном явлении, названном «эффектом высоты». С высоты нескольких сот километров, когда исчезают мелкие детали ландшафта, становится виден выступающий на поверхности планеты рисунок подземных структур. С помощью снимков можно определить их границы, а потом нанести на карту и измерить площадь.

— Космическая информация позволила обнаружить в районе строительства Байкало-Амурской магистрали интересный тип подземных структур, — рассказывает главный геолог экспедиции П. Шамес. — Своими очертаниями они напоминают кольца. О перспективности поисков

полезных ископаемых в «кольцах» можно судить по различным факторам. Установлена прямая зависимость между «кольцами» и богатыми залежами железных руд в бассейне р. Ангары, разработка которых еще предстоит.

Прямые черные линии, нанесенные на карту, указывают на другой класс структур. Это — разломы в земной коре глубиной до 10 км и более. Они также вестники полезных ископаемых.

Новая карта БАМа позволяет выполнить геологическое районирование зоны северного Транссиба, выделить наиболее перспективные участки. Обычно разведчики недр действуют, в известном смысле, на глазок, разбивая площадь на квадраты и последовательно изучая каждый. С применением космических методов труд геологов стал значительно эффективнее, целенаправленнее. Поисковики в первую очередь начинают работать там, где обнаружены упомянутые структуры.

Впервые о возможности использования космической информации главный геолог экспедиции П. Шамес услышал на совещании в Москве. Летчик-космонавт СССР В. Севастьянов поведал тогда о принципиально новом направлении в поиске и разведке полезных ископаемых. Сибиряки освоили сложные приборы, позволяющие расшифровывать сделанные с огромной высоты снимки земной поверхности.

Начинали эти работы опытные геологи В. Аносов, Л. Крымова, В. Руднев. Им, исходившим Приангарье вдоль и поперек, хорошо знавшим его особенности, были понятны суть и язык космогеологии.

— Полученные сведения, — говорит начальник аэропартии В. Аносов, — дают богатую пищу для размышлений о закономерностях размещения залежей на территории Восточной Сибири, помогают лучше видеть перспективы поиска...

Информацию о земной поверхности Иркутские получают не только с помощью спутников. Прошлым летом в гостях у разведчиков сибирских недр побывал летчик-космонавт СССР О. Макаров. Он рассказал о своем космическом путешествии, с большим интересом познакомился с работой геологов Приангарья.

Сейчас специалисты геологосъемочной экспедиции готовятся к новому полевому сезону, намечают маршруты. Часть из них уже известна. Геологические партии отправятся на поиски полезных ископаемых в зону строительства БАМа, в бассейн р. Нижняя Тунгуска, к Байкало-Патомскому нагорью. Словом, туда, куда «советует» заглянуть спутник.

Ю. Багаев, г. Иркутск

«Правда», 9 апреля 1980 г.

КОСМИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ

Ежегодно в природе сейчас открывается 50—60 новых минералов. Только за период между 1973 и 1977 гг. в мире обнаружено и изучено 272 новых минеральных вида. И каждому присваивается имя.

В названиях минералов отражена различная по значению и объему информация: состав, структура, цвет, облик кристаллов, свойства, географические пункты находок, названия рудников и месторождений. В них увековечены имена ученых, первооткрывателей, писателей, других выдающихся личностей. Среди мемориальных, т. е. именных, названий минералов есть ломоносовит, менделеевит, ферсманит, лермонтовит, кировит, курчатовит и др. Есть среди минералов и посвященные космонавтам.

По фамилии первого в мире человека, совершившего легендарный полет в космос, Ю. А. Гагарина назван гагаринитом найденный в 1958 г. в Казахстане минерал, состоящий из фтористых соединений иттрия, кальция и натрия и представляющий собой крупные светло-желтые шестигранные кристаллы. В Ловозерском щелочном массиве на Кольском полуострове в 1971 г. был открыт водный ниобосиликат кальция и марганца, который назван комаровитом в честь дважды Героя Советского Союза летчика-космонавта В. М. Комарова.

В 1972 г. в монгольской части пустыни Гоби сибирские ученые открыли в щелочных гранитах коричневого минерал со стеклянном блеском — водный цирконосиликат кальция и дали ему название армстронгит в честь американского астронавта Н. Армстронга, первого человека, ступившего на Луну и поднявшего из-под ног лунный камень.

Детально изучаются образцы лунных пород. Человечество имеет 387 кг образцов реголита и лунных базальтов, норитов и анортозитов, доставленных на Землю экипажами американских космических кораблей «Аполлон-11, -12, -14, -15» и советскими автоматическими станциями «Луна-16, -20» из восьми различных точек видимой стороны нашего естественного спутника, находящихся на значительных расстояниях одна от другой.

Все лунные образцы, добытые американскими астронавтами, были использованы следующим образом: 80% разошлось в качестве сувениров 180-ти государственным и политическим деятелям стран мира, около 20% расходовалось на научно-исследовательские цели. Бизнесмены оценили 1 г лунной породы в 20 000 долл., но реголит, к счастью науки, не попал на «черный рынок». Часть лунных образцов была упакована астронавтами на месте отбора в специальные герметические контейнеры. Их вскроют через 10—15 лет, когда наука будет обладать более совершенными методами микроанализа.

Одному из новых минералов, открытых в 1969 г. в ядрах кристаллов ильменита из кристаллических пород Моря Спокойствия на Луне, было присвоено название армолколлит, составленное из первых слогов фамилий членов экипажа «Аполлон-11» Армстронга, Олдрина и Коллинза. Осенью 1973 г. из Южной Африки пришло сенсационное известие — близ Кимберли обнаружен «лунный» минерал армолколлит, в состав которого входят железо, титан и кислород. Это еще раз подтверждает, что минералогию своей Земли мы знаем еще далеко не полностью.

Образцы гагаринита, комаровита, армстронгита, армолколлита и многих других горных пород можно увидеть в Минералогическом музее им. А. Е. Ферсмана в Москве и в Музее истории космонавтики в Щиграх Курской области, который создали школьники.

В. Сунрычев, кандидат геолого-минералогических наук,
член Союза журналистов СССР

«Советский Крым», г. Ялта, 12 апреля 1980 г.

ЗЕМЛЯ: ВИД ИЗ КОСМОСА

Общая площадь земельных ресурсов нашей страны составляет 2 227,5 млн. га. Тысячи километров отделяют побережье Северного Ледовитого океана от пустынь и горных массивов Средней Азии, европейскую часть СССР от Дальнего Востока. И на всей этой территории — где чрезвычайно концентрированно, а где рассредоточенно — размещены сельскохозяйственные предприятия.

В процесс продуктивного использования в стране вовлечено более 606 млн. га сельскохозяйственных угодий, из которых более трети — 226,9 млн. га — приходится на долю пашни.

За несколько десятилетий техника и технология изучения земельных ресурсов прошли огромный путь: от наземных визуальных наблюдений до создания авиационных и космических средств дистанционного зондирования.

Космическое фотографирование земной поверхности коренным образом изменяет технологические принципы составления картографических документов. Еще не так давно детальные средне- и мелкомасштабные карты административных районов, областей и отдельных регионов составлялись главным образом на основе крупномасштабных карт колхозов и совхозов. Это трудоемкий, дорогостоящий и длительный процесс.

На космических снимках объекты местности отображаются уже в обобщенном, генерализованном виде. Поэтому стало возможным создавать районные и областные карты с использованием непосредственно материалов космической съемки в требуемом масштабе и с необходимой детальностью. Это не только экономически выгодно, но и резко повышает технический уровень и качество сельскохозяйственного картографирования.

Космическая техника дает возможность проводить съемочные работы на весьма значительных территориях за сравнительно небольшие промежутки времени. Это объясняется, в частности, тем, что скорость перемещения космических аппаратов по орбите превышает скорость аэрофото-съемочных самолетов примерно в 100 раз. У орбитальных станций и космических кораблей существенно больше и ширина полосы фотографирования.

Отсюда понятен тот, все более растущий интерес, который проявляют к космической технике специалисты различных министерств и ведомств как в нашей стране, так и в других странах социалистического содружества. Концентрация усилий на главных направлениях исследований приносит хорошие результаты, расширяет технические возможности картографирования земельных ресурсов. Например, созданная на основе сотрудничества СССР и ГДР фотографическая камера МКФ-6М, использовавшаяся на борту орбитальной станции «Салют-6», обладает высокой разрешающей способностью при съемке наземных объектов. Для тематического сельскохозяйственного картографирования вполне пригодны полученные с борта станции фотоснимки, увеличенные в несколько десятков раз. Причем с одного и того же негатива изготавливаются разномасштабные фотоосновы для составления региональных, областных, а в ряде случаев и районных карт.

Используя преимущества космических съемок, сотрудники Государственного научно-исследовательского института земельных ресурсов Министерства сельского хозяйства СССР совместно с учеными Института пустынь Академии наук Туркменской ССР и специалистами проектного института «Туркменипрозем» работают сейчас, в частности, над составлением геоботанических карт для совхоза «Ербент», площадь земель которого составляет около миллиона гектаров. На создаваемых картах детально отображаются размещение естественных кормовых угодий, качество и сезонность травостоя, запасы кормовой массы. Организация пастбищного хозяйства совхоза получит строго научное обоснование.

Космические фотографии положены в основу картографирования природных ресурсов Калмыцкой АССР. Государственным научно-исследовательским институтом земельных ресурсов совместно с другими учре-

ждениями тщательно изучается почвенный покров территории республики. В результате будет составлена серия природно-сельскохозяйственных карт для планирования рационального землепользования и охраны земель.

Программа космического фотографирования с борта станций постоянно расширяется. Соответственно возрастает перечень и улучшается содержание тематических сельскохозяйственных карт, при создании которых используются материалы космических съемок.

Важное значение для сельскохозяйственного производства имеет прогнозирование урожайности на территориях целых республик и регионов. Для решения этой задачи необходимо в очень короткие сроки собрать информацию о состоянии естественной и культурной растительности. Определенные исследования проводятся и в этом направлении. В частности, перед космонавтами Владимиром Ляховым и Валерием Рюминым, работавшими на борту «Салюта-6», была поставлена задача сравнить состояние посевов сельскохозяйственных культур в Европейской части страны, в целинных районах и на Алтае, которую космонавты выполнили в июле 1979 г. путем визуальных наблюдений.

С орбиты хорошо наблюдаются пыльные бури. Видны места их зарождения, направление и скорость распространения. Информация об этом важна, в частности, при разработке мер по засеву травами и кустарниками пустынных пастбищ.

Эти и многие другие виды исследований, выполненные в последнее время с борта орбитальной станции «Салют-6», еще раз убедительно доказывают, что у космического земледелия хорошие перспективы.

*С. Носов, директор Государственного
научно-исследовательского института земельных ресурсов
Министерства сельского хозяйства СССР
(АПН)*

«Московский комсомолец», 25 марта 1980 г.

КОСМИЧЕСКОЕ ЛЕСОВЕДЕНИЕ

Леса в нашей стране занимают больше половины суши. И площадь под ними все увеличивается. С 1966 по 1978 г. она возросла на 44,8 млн. га, а общий запас древесины — 4,5 млрд. м³. Чтобы поддержать эту тенденцию, необходимо в полной мере использовать преимущества социалистического планового ведения лесного хозяйства. Для этих целей сейчас создается отраслевая автоматизированная система управления «ОАСУ — лесхоз» на базе ЭВМ третьего поколения.

Но для успешной работы ОАСУ нужны подробные сведения о состоянии лесных ресурсов, их динамике в виде карт, матриц, таблиц, снимков, объединенных в банк данных «Лесной фонд СССР». Они должны регулярно обновляться, фиксируя изменения характеристик во времени и пространстве. Требования к периодичности такого обновления неодинаковы. Так, если для лесных карт достаточно 5—10 лет (в зависимости от зоны), то при обнаружении лесных пожаров счет идет на часы.

Получить такой объем оперативной, всеобъемлющей и в то же время достаточно детальной информации без помощи космонавтики и современной оптико-электронной и вычислительной техники невозможно. Вот почему, когда в нашей стране в соответствии с решениями XXIV и XXV съездов КПСС развернулись работы по исследованию природных

ресурсов Земли с помощью средств космической техники, Гослесхоз СССР активно в них включился. Сегодня уже доказано практикой, что космонавтика — необходимое звено комплексной системы дистанционного изучения лесов для управления их ресурсами. В этих целях используется информация, получаемая с разных космических аппаратов. В том числе снимки со спутников серии «Метеор» и «Космос», снимки и визуальные наблюдения космонавтов с пилотируемых кораблей «Союз» и орбитальных станций «Салют». Все эти данные уже находят применение при решении стоящих перед отраслью задач.

Одна из важных проблем здесь — разработка более совершенного метода учета и картографирования лесов, особенно отдаленных районов Сибири и Дальнего Востока. Нам нужны различные карты: от крупномасштабных детальных до мелкомасштабных обзорных. При этом их надо периодически обновлять.

Так, сейчас внедряются методы инвентаризации резервных лесов Сибири и Дальнего Востока, основанные на преимущественном применении материалов сверхмелкомасштабного фотографирования из космоса и выборочной крупномасштабной аэрофотосъемки. Таким образом, специалисты получают в свои руки данные, которые позволяют решать целый комплекс вопросов, связанных с планированием использования и воспроизводства лесных ресурсов. А трудовые и финансовые затраты сокращаются при этом в 3—4 раза.

Кроме того, мелкомасштабное тематическое картографирование позволяет оперативно составлять и обновлять специальные тематические карты крупных регионов, характеризующие концентрацию лесосырьевых ресурсов, условия произрастания, степень пожароопасности и т. п. С учетом тех же материалов можно более целенаправленно размещать предприятия лесного хозяйства и лесной промышленности, оперативно уточнять данные о возможных объемах заготовки древесины, определять необходимость лесовосстановительных мероприятий.

В текущей пятилетке такие работы охватят свыше 30 млн. га в районах, тяготеющих к Байкало-Амурской магистрали. Это позволит снизить затраты средств только на лесосчетные операции примерно на 10 млн. руб. А ведь основной эффект будет получен за счет улучшения планирования, организации лесного хозяйства и лесопользования.

Регулярный и достаточно оперативный учет изменений, происходящих в лесах, очень важен также для предупреждения и локализации вредных воздействий, решения задач охраны природы.

Например, для предотвращения лесных пожаров и борьбы с ними территориальные базы авиационной охраны и органы управления должны располагать соответствующей информацией со всей территории лесного фонда. Получать эти сведения стало возможным лишь с появлением космической техники. По телеканалам в Гослесхоз СССР ежедневно поступают со спутников «Метеор» материалы съемок с орбиты всей лесной зоны страны. По ним и оценивается предпожарная обстановка, динамика развития очагов загорания. Естественно, это помогает в борьбе с огнем. Установленная на борту спутников аппаратура передает информацию о распределении и развитии облачности. А по этим данным можно выявлять пожароопасную обстановку в лесах.

Понятно, что все это, вместе взятое, плюс визуальные наблюдения космонавтов, а также использование патрульных самолетов и наземных средств дают возможность лучше маневрировать силами пожарных служб, значительно сокращать ущерб, наносимый огнем. С другой стороны, наблюдение за состоянием поврежденных площадей позволяет

наметить первоочередные меры по их хозяйственному освоению, проектировать мероприятия по восстановлению лесов. В текущей пятилетке такие работы уже проведены на больших площадях в районах Сибири и Дальнего Востока, тяготеющих к БАМу.

Примерно таким же образом возможно создание системы контроля за санитарным состоянием лесов, их охраны от вредителей и болезней. Космические средства помогают выявлять очаги скопления вредителей, чтобы с помощью самолетов и вертолетов можно было локализовать поврежденные ими участки.

Космические средства — хорошее подспорье при контроле за соблюдением норм рубки, оценке правильности освоения лесосечного фонда, изучении динамики восстановления леса на вырубках. Опыт показал, что для этих целей очень хороши многозональные космические снимки, полученные камерой МКФ-6М.

Понятно, что использование авиакосмического дистанционного зондирования ведет к резкому увеличению объема информации, которую необходимо перерабатывать. Поэтому мы уделяем большое внимание автоматизации процессов дешифрирования снимков. Так, внедряемый сейчас пакет прикладных программ «Регион» даст возможность с помощью ЭВМ по фотоснимкам автоматически определять основные характеристики лесов. На очереди создание комплекса технических средств траекторной системы обработки аэрокосмической информации. Автоматизация дешифровочных процессов радикально меняет организацию изучения лесов и оценки их состояния, позволяет организовать непрерывную обработку поступающей информации и создать единую автоматизированную систему наблюдения за лесными ресурсами.

Таким образом, космонавтика помогает на новом качественном уровне решать важные проблемы лесного хозяйства. Но наибольшей эффективности можно достичь лишь при комплексном подходе к использованию дистанционных методов наблюдения. Поэтому, опираясь на уже накопленный опыт, мы ставим целью создание единой системы управления лесными ресурсами страны. Кое-что на этом пути уже сделано, многое еще предстоит сделать. Так, намечено выполнить гидрологическую оценку площадей лесного фонда для планирования водоохраных и гидроресомелиоративных мероприятий, тщательно изучить состояние защитных и горнозащитных лесов в интересах борьбы с эрозией, составить карты современного и перспективного использования площадей лесного фонда, провести картографирование охотничьих угодий и оленьих пастбищ и т. д.

Решение поставленных задач потребует увеличить объем исследовательских работ, выдвигает целый ряд сложных организационно-технических вопросов. Разумеется, тут не обойтись без оснащения техническими средствами отраслевого центра сбора и обработки космической информации. Хочется надеяться, что с помощью АН СССР, Госплана СССР и Госкомитета СССР по науке и технике возникающие трудности будут преодолены.

*Г. Воробьев, председатель Госкомитета СССР
по лесному хозяйству*

«Правда», 17 августа 1980 г.

ЛЕС И КОСМОС

Космические методы уже начинают применяться на практике для изучения лесов, охраны их от пожаров, контроля за состоянием лесного фонда.

Охрана окружающей среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов Земли, среди которых особое место принадлежит лесу, — одна из самых важных задач современности. Значение лесного фонда, занимающего на Земле третью часть, а в СССР более половины территории суши, исключительно велико и многогранно. Исследования последних лет показывают, например, что основная роль в поддержании кислородного баланса не только нашей страны, а всего северного полушария принадлежит сибирской тайге.

Но лес — не только среда нашего обитания. Он поставщик самой разнообразной продукции — от древесины до лекарственных растений. Поэтому издавна лес подвергается различному воздействию, во многих случаях неблагоприятному для него и для природы в целом. Еще К. Маркс писал: «Развитие культуры и промышленности вообще с давних пор сопровождалось настолько энергичным уничтожением лесов, что по сравнению с этим все, что было сделано ими для поддержания и новых посадок леса, представляет собой совершенно ничтожную величину»³. В последние десятилетия отношение к лесу изменилось, особенно в нашей стране. Принимаются меры к его сохранению, рациональному использованию и воспроизводству. Но развитие цивилизации, рост населения требуют новых территорий для сельскохозяйственного производства, строительства городов, промышленных предприятий, дорог. Поэтому площади лесов продолжают сокращаться. По данным VIII Мирового лесного конгресса, состоявшегося в октябре 1978 г. в Джакарте (Индонезия), площадь лесов на земном шаре ежегодно сокращается на 16 млн. га, или ежесекундно леса безвозвратно исчезают с лица Земли на площади в 31 га. Леса ежегодно рубят на многих миллионах гектаров для заготовки древесины, на больших площадях они пропадают от пожаров, болезней, вредителей.

Чтобы рационально использовать, сохранять и воспроизводить леса, необходимы прежде всего всесторонние данные о лесном фонде. Но получить такие данные с обширных, труднодоступных лесных территорий — задача сложная.

В нашей стране состояние лесного фонда находится в центре внимания лесной охраны, численность которой сейчас превышает 160 000 человек. Охраняют леса от пожаров и вредителей в летний период свыше 500 самолетов и вертолетов. При изучении лесов широко применяется аэрофотосъемка. Несмотря на это, традиционные методы изучения лесов и контроля за их состоянием не всегда обеспечивают получение необходимой информации, не позволяют оперативно и всесторонне следить за неблагоприятными явлениями в лесу и своевременно принимать охраняемые меры. Появилась необходимость в новой технической базе, которая помогла бы решать весь комплекс задач по изучению лесов на качественно новом уровне. Такой базой оказалась космонавтика.

Сегодня информацию о состоянии лесов дают из космоса искусственные спутники Земли серии «Метеор», пилотируемые космические корабли и долговременные орбитальные станции. С «Метеоров» оптико-механические сканирующие системы ведут съемку земной поверхности в диапазоне волн от 0,5 до 1,1 мкм, и по радиоканалам информация переда-

³ Маркс К. Капитал. 1978, т. 2, с. 275.

ется на Землю. Съемки со спутников позволяют увидеть дегали поперечником от 200—300 м до 1—2 км. С космических кораблей и орбитальных станций ведется фотографирование (в том числе и многозональное) одновременно в четырех—шести зонах электромагнитного спектра (диапазон от 0,4 до 0,9 мкм). Видны детали размером от 100 до 20—30 м, осуществляются и визуальные наблюдения.

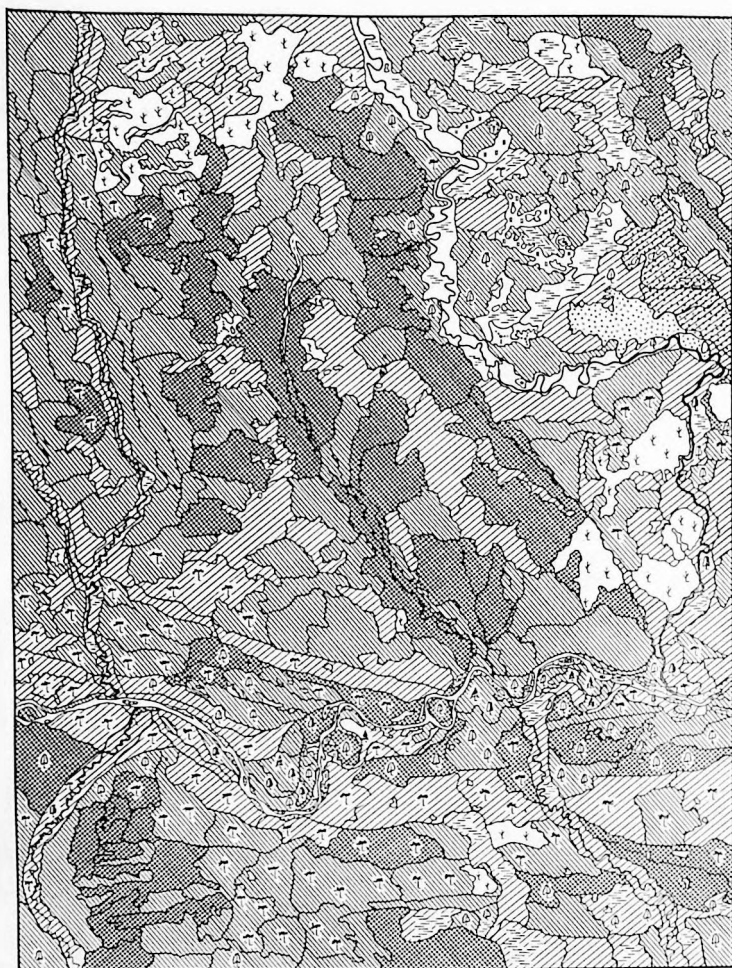
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСОВ

Чтобы правильно вести хозяйство, необходимы тематические карты лесов всей территории страны. Для учебных целей, комплексной обобщенной оценки условий роста лесов, разделения территорий по степени лесистости, решения глобальных природоохранных и научных задач нужны преимущественно карты мелких масштабов (1:2 500 000—1:5 000 000 и мельче). Для прогнозов, проектирования необходимы карты более крупных масштабов (1:1 000 000—1:200 000 и крупнее).

Картографирование лесов с успехом можно выполнить по космическим изображениям. Даже наименее информативные материалы космических съемок с «Метеоров», получаемые аппаратурой малого разреше-



Рис. 18. Космический снимок ленточных боров Казахстана, полученный с 28-го ИСЗ «Метеор» аппаратурой среднего разрешения в зоне 0,5—0,7 мкм



СТЕПЕНЬ ЛЕСИСТОСТИ

90-70%

69-50%

< 50%

ПРИМЕСЬ

☞ лиственницы

⌣ сосны

▲ ели

♠ березы

песок

гарь

луг

культурные земли

кустарник

болото

вода

Рис. 19. Район Якутской АССР, отдешифрованный по космическому снимку (см. рис. 20)

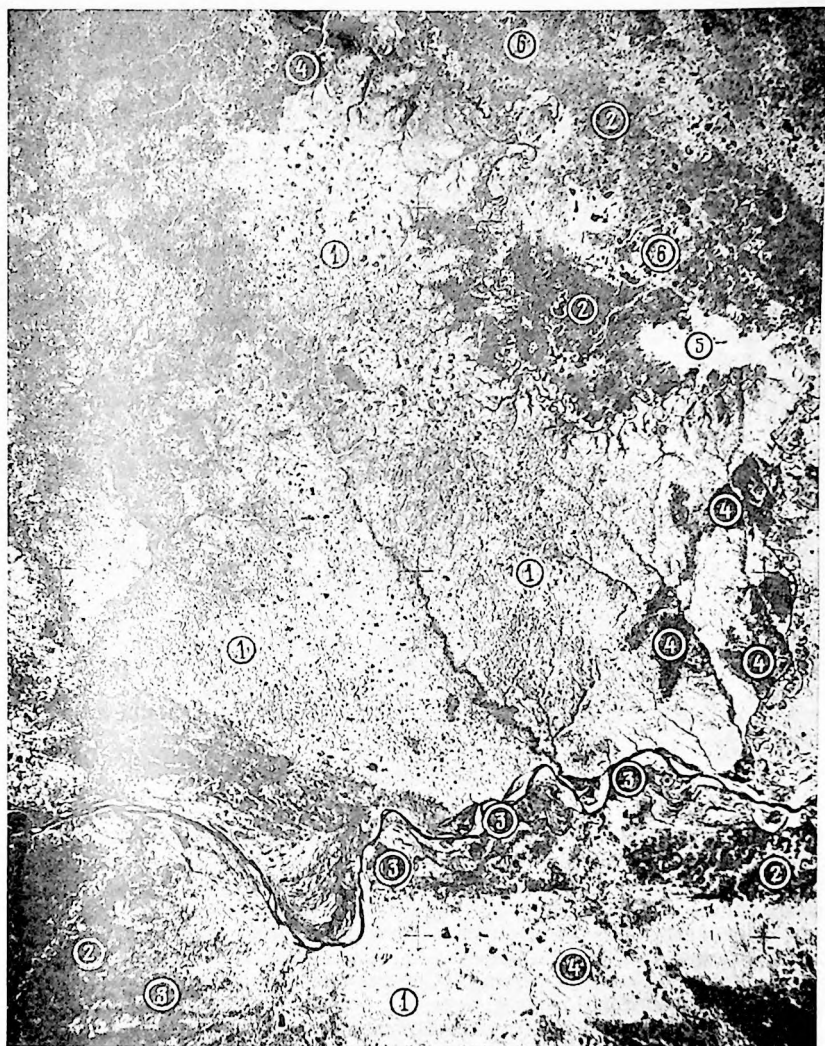


Рис. 20. Снимок района Якутской АССР, полученный камерой МКФ-6 с космического корабля «Союз-22»

1 — лиственные леса, 2 — сосновые леса, 3 — еловые леса, 4 — гари, 5 — пески, 6 — болота

ния (1—2 км) (рис. 18), позволяют выделить резко контрастные объекты площадью в 40—50 км². На них видны границы крупных лесных массивов, долины рек, озера, безлесные участки, границы лесов с тундрой. На снимках хорошо просматриваются горные системы и расположенные в их пределах лесные массивы, границы снежного покрова, дешифриру-

ются зоны темнохвойных и мягколиственных лесов. По снимкам, сделанным такой аппаратурой, можно успешно заниматься мелкомасштабным (1:5 000 000 — 1:10 000 000) картографированием лесов.

Аппаратура среднего разрешения (около 250 м), установленная на «Метеорах», позволяет выделить залесенные территории, леса с преобладанием различных групп древесных пород. Анализ снимков Южного Урала показал, что в пределах залесенных территорий по тону выделяются зоны хвойных и лиственных лесов. Наиболее темный тон соответствует елово-пихтовым лесам, наиболее светлый — лиственным. На снимках видны реки, озера, болота, безлесные пространства. Детальность их изображений в основном соответствует карте лесов масштаба 1:2 500 000 — 1:5 000 000.

Снимки с кораблей «Союз» и станций «Салют» дают возможность различить детали в 10—100 раз более мелкие, чем с «Метеоров», поэтому их информативность неизмеримо выше. По таким снимкам надежно дешифрируются границы ландшафтов и местностей и их основные структурные элементы (рис. 19, 20). При стереоскопическом рассматривании дешифрируются детали рельефа в несколько десятков метров. На увеличенных в 5—20 раз синтезированных в четырех зонах цветных многозональных снимках (или изображениях на экране многозонального проектора) четко выделяются контуры лесной растительности, сельскохозяйственных угодий, болот, вырубки, площади, опустошенные лесными пожарами, каменистые россыпи. Детальность изображения снимков, полученных с космических кораблей и орбитальных станций, соответствует картам лесов масштабов 1:1 000 000 — 1:500 000.

Таким образом, материалы космических съемок предоставляют большой объем информации о лесном фонде, достаточный в основном для составления мелкомасштабных лесных карт. Расчеты показывают, что затраты труда и средств на составление таких карт на основе материалов космических съемок в 2—4 раза меньше, чем традиционными методами.

ОБНАРУЖЕНИЕ ПОЖАРОВ

Работы, выполненные у нас в стране и за рубежом, показывают, что для выявления крупных лесных пожаров с успехом могут быть применены космические снимки, получаемые со спутников даже аппаратурой малого разрешения. На этих снимках пожары надежно дешифрируются по дымовым шлейфам значительной протяженности. Снимки со спутников, сделанные аппаратурой среднего разрешения, позволяют обнаружить пожары средней величины, а по фотографиям и визуальным наблюдениям с космических кораблей и орбитальных станций практически можно обнаружить все лесные пожары.

Серия последовательных разновременных снимков одной и той же территории позволяет не только отыскивать лесные пожары, но и следить за их развитием. Это помогает с наибольшим эффектом применять комплекс мероприятий по их локализации и тушению.

В таежной зоне значительный процент пожаров возникает во время гроз. По обзорным космическим снимкам, получаемым со спутников «Метеор», а также при визуальных наблюдениях хорошо опознается грозовая облачность и прослеживается ее движение. Это позволяет прогнозировать районы возможного появления лесных пожаров, заблаговременно концентрировать внимание и силы на опасных районах, а в случае возникновения пожаров — ликвидировать их с наименьшими затратами труда и средств, с минимальным ущербом для окружающей среды.

В мероприятиях по охране лесов от пожаров значительное место занимает выявление конвективной облачности, из которой можно вызвать искусственные осадки. Для ее определения требуется знание метеорологической обстановки, распространения облачности в пространстве и времени. Оперативная информация, получаемая со спутников серии «Метеор», позволяет выявить конвективную облачность в районах лесных пожаров, ее характеристики и динамику. Это существенно повышает оперативность и эффективность работ по ликвидации пожаров.

Для охраны лесов от пожаров очень важны карты пожарной опасности лесных территорий в зависимости от погодных условий. Многочисленные наблюдения свидетельствуют о том, что леса могут быть разделены на участки по времени «пожарного созревания». Это зависит от характера насаждений, условий роста, времени года и состояния погоды. Дистанционные методы съемок из космоса позволяют составлять карты пожарной опасности на новой, более качественной основе с учетом целого комплекса факторов, влияющих на возгорание лесов.

Нельзя упускать из виду, что для прогнозирования пожарной опасности важен и снежный покров. Время схода снежного покрова (после чего начинаются полеты авиации для охраны лесов от пожара) определяется по данным метеостанций. Но метеостанции расположены преимущественно в населенных пунктах, в долинах рек, где снег тает более интенсивно. К тому же сеть метеостанций в таежной зоне относительно редкая. Космические съемки и визуальные наблюдения обеспечивают точные данные о снежном покрове.

По материалам многозонального космического фотографирования с разрешением на местности порядка 20—30 м можно оперативно выявлять участки, опустошенные лесными пожарами. Свежие гари хорошо заметны на синтезированных цветных многозональных снимках по темному фону и расчлененному характеру границ. Регулярные визуальные наблюдения обеспечивают оценку ущерба, нанесенного народному хозяйству лесными пожарами и другими стихийными бедствиями, и принятие первоочередных мер по хозяйственному освоению площадей, пострадавших от пожаров, проектирование мероприятий по восстановлению лесов.

КОНТРОЛЬ ЛЕСОВ

Для охраны лесов от вредителей и болезней можно создать систему контроля, основанную на комплексном применении авиации и космонавтики. Космические средства помогают обнаружить новые очаги вредителей и болезней леса (по изменению цвета на снимках) и следить за развитием уже действующих, а с самолетов участки поврежденного леса локализируют и детально оценивают санитарное состояние насаждений. Своеременное выявление очагов вредителей и болезней леса и принятие соответствующих мер дают существенный экономический эффект.

Ежегодно в таежной зоне СССР вырубают до 2,5 млн. га леса. Рубку производят на плановой основе и в соответствии с правилами, которые предусматривают четкий регламент проведения лесозаготовок с учетом условий роста леса, надежности его последующего восстановления и сохранения полезных природных функций. По материалам космических съемок можно контролировать соблюдение правил рубки леса в местах промышленных лесозаготовок, устанавливать соответствие фактических мест рубки проекту эксплуатации лесов, что особенно важно для горных районов, изучать динамику восстановления вырубки.

Сильно увеличенные (более чем в 20 раз) многозональные космические снимки, полученные камерой МКФ-6 в районе оз. Байкал, показали, что определение длины, ширины и площади лесосек производится с относительно небольшой ошибкой (13—17%). Безошибочно можно установить направление лесосек и расположение их на горных склонах относительно различных форм рельефа.

Перспективно применение средств космической техники и для оперативного установления фенологического состояния лесов (например, сроки распускания почек и цветения растений) и контроля за сезонным развитием растительности. Оперативно получаемые мелкомасштабные снимки или карты, характеризующие фенологическое состояние лесов, позволяют более правильно решать такие задачи, как прогнозирование предпожарной обстановки в лесу, определение оптимальных сроков сбора семян лесных пород, планирование оптимальных сроков аэрофотосъемки, посадки леса.

В лесах расположены значительные по площади озера, болота, реки. Поэтому гидрологические исследования на континенте в целом невозможны без изучения водного режима территорий, занимаемых лесными массивами. Космические методы могут использоваться для изучения водного режима болот, озер и водохранилищ, ледников, структуры и изменений гидрографической сети, поверхностного стока с водоразделов и речного стока, влажности почв, загрязнения водоемов. В результате этих наблюдений можно более целенаправленно планировать комплекс лесохозяйственных и лесозаготовительных мероприятий и избежать непроизводительных затрат. Так, например, оперативное выявление затопляемых в результате паводков площадей должно обеспечить более обоснованное проектирование лесомелиоративных (берегоукрепляющих, осушительных, лесокультурных) мероприятий.

Для оценки защитной роли лесов, лесозащитных полос по предотвращению или ослаблению пыле-песчаных и пыльных бурь перспективны космические снимки, получаемые с разных летательных аппаратов, а также визуальные наблюдения. На космических снимках пыле-песчаные и пыльные бури хорошо заметны. На них регистрируется мгновенная картина их распространения на громадных пространствах, что позволяет определить размеры бурь, области развития, направления движения, районы возникновения, оценить роль лесонасаждений в ослаблении пыле-почво-песчаных потоков и бурь. Систематизация спутниковой информации об этих явлениях дает возможность приступить к составлению карт географического распространения почво-песчаных частиц в атмосфере. Наличие таких карт позволит перейти к планированию природоохранных мероприятий на больших территориях. Важнейшая часть этих мероприятий — защитные лесонасаждения.

Широкое применение комплекса современных аэрокосмических средств дистанционного зондирования резко увеличивает объем работ по анализу и интерпретации съемочных материалов. В связи с этим в настоящее время начаты разработки автоматизированных методов дешифрирования аэрокосмических снимков леса на основе базовых ЭВМ и оптико-электронных средств считывания, анализа и обработки съемочной информации. Уже разработаны и опробовываются автоматизированные методы определения по аэрокосмическим снимкам высоты и толщины леса, его густоты и запаса на единице площади, данных о санитарном состоянии лесонасаждений.

Итак, материалы космических съемок и визуальные наблюдения из космоса в сочетании с авиационными и наземными средствами помога-

ют эффективно решать многие задачи лесного хозяйства и охраны окружающей среды. Они позволяют по-новому планировать всю лесохозяйственную деятельность, брать в основу не обособленные участки или территории, а крупные регионы, учитывать весь комплекс природных условий, все компоненты среды.

В. И. Сухих, заместитель начальника Всесоюзного
объединения «Леспроект»,
кандидат сельскохозяйственных наук

«Земля и Вселенная», 1980, № 4.

СПУТНИКИ НАД ОКЕАНОМ

Почти год несет свою вахту на орбите первый в нашей стране специализированный океанографический спутник Земли «Космос-1076». В ходе его полета получен большой научный материал, который обрабатывается в лабораториях страны. Одновременно совершенствуется методика измерения характеристик поверхности океана, уточняется их связь с процессами, протекающими в глубинах.

Уже первые результаты измерений, синхронно проведенных с «Космоса-1076» и с борта научно-исследовательских судов «Михаил Ломоносов» и «Молдавия», показали, что пространственные масштабы неоднородностей, выявленных в поверхностном слое океана, в обоих случаях практически совпадают. А это означает что верны идеи, заложенные в основу датчиков дистанционного зондирования.

Исследования океана с борта спутника существенно отличаются от измерений над материками. Действительно, разнообразие цветов и оттенков суши несравненно шире, чем у водного пространства. Различные природные образования на материках, как правило, контрастны и имеют достаточно четкие границы. Полученная об этих объектах космическая информация легко поддается дешифровке и географической привязке к местности, но в то же время приборы должны обладать высокой пространственной разрешающей способностью. В водах же открытого океана такие особенности в десятки раз менее выражены, да и географическая привязка полученных данных более сложна. Именно поэтому чувствительность аппаратуры океанографического спутника и ее спектральная избирательность должны быть намного выше, но при меньших требованиях к разрешающей способности.

Эти соображения в значительной мере подтвердились при исследованиях с борта «Космоса-1076» в видимом диапазоне спектра электромагнитных волн. При обработке результатов измерений выявилось, что из-за влияния так называемой атмосферной дымки полученные с орбиты данные о яркости цветовой «палитры» океана (а по цвету можно выявлять зоны повышенной биологической продуктивности) оказались ниже ожидаемых. Усовершенствовать методику истолкования полезной информации в видимой области спектра помогли также исключительно ценные наблюдения, проведенные космонавтами с борта орбитальной станции «Салют-6».

Не все трудности преодолены. В частности, предстоит много поработать над тем, чтобы научиться лучше учитывать влияние на результаты измерений изменяющихся характеристик атмосферы. Но полученные результаты подсказывают пути решения встающих задач. Доказана возможность обнаруживать с помощью космических автоматов районы

сильных штормов и интенсивных температурных аномалий, зоны наибольшей сплоченности льдов в арктическом бассейне, оценивать содержание влаги в атмосфере. Нам стало понятней, как происходит рассеяние радиоволн взволнованной морской поверхностью, что дало возможность создать методики определения основных параметров морского волнения и ветра в придном слое атмосферы с использованием средств радиолокации.

Надо сказать, что радиолокационные приборы дистанционного зондирования совместно с радиометрической аппаратурой инфракрасного и микроволнового диапазонов составляют основу всепогодного исследовательского комплекса. Они позволяют выявлять практически все основные характеристики поверхности океана и атмосферы, доступные для дистанционных измерений.

Вооруженные сведениями, полученными с «Космоса-1076», ученые готовили к полету аппаратуру «Космоса-1151». С его помощью будет продолжена отработка методов дистанционного измерения параметров поверхностного слоя океана и атмосферы. Наряду с этим предполагается решить ряд конкретных научных проблем, связанных с комплексной оценкой результатов синхронного наблюдения за различными параметрами морской среды на больших акваториях.

Комплекс, состоящий из бортовой научной аппаратуры и контрольно-калибровочных средств, установленных на научно-исследовательских судах и измерительных полигонах, 23 января приступил к работе. Ученые ждут ценных результатов.

Б. Нелепо, академик АН УССР,

директор Морского гидрофизического института, г. Севастополь
«Правда», 26 января 1980 г.

КОСМОНАВТЫ НАД ОКЕАНОМ

Работа экипажей «Салюта» доказала необходимость участия космонавтов в разработке методов наблюдений океана с борта автоматических искусственных спутников Земли.

Уже после полета Юрия Гагарина стали очевидными те перспективы, которые открывают непосредственные наблюдения океана с борта космических пилотируемых аппаратов. Появились первые фотографии поверхности океана, на которых четко отображались мощные струи течений, фронтальные зоны, резко контрастные по цвету обширные пятна и полосы. Но нужен был четко отработанный метод визуальных наблюдений, который бы позволил полнее использовать возможности самого совершенного «оптического прибора» — глаза человека на борту космических кораблей и орбитальных станций для получения информации о состоянии поверхности океана...

В 1978 г. на орбитальную станцию «Салют-6» отправилась вторая основная экспедиция в составе Владимира Коваленка и Александра Иванченкова. У экипажа были установлены тесные научные контакты с учеными Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). Перед космонавтами ставилась конкретная задача изучения природной среды и биологической продуктивности Мирового океана. Так началась кропотливая работа по определению основных признаков океанологических элементов и биологической продуктивности океана. В нее включились научно-поисковые суда, проводившие исследования в открытых водах океана.

Во время сеансов связи космонавты сообщали о наблюдаемых объектах, консультировались с учеными. Данные экипажа проверялись в океане. Совместная работа космонавтов и ученых быстро дала результаты. Были установлены признаки для определения в видимой части спектра излучения таких динамических образований на поверхности океана, как фронтальные зоны, зоны поднятия к поверхности глубинных вод, вихрей и т. п., а также признаки высокой биологической продуктивности в различных районах океана.

Как правило, динамически активным зонам соответствовала высокая продуктивность вод, что подтвердили результаты прошлых исследований с помощью судовых средств. Вместе с тем наблюдения космонавтов, в частности Владимира Коваленка, показали, что высокая биологическая продуктивность присуща не только известным прибрежным районам, но и открытым водам океана, где в ряде случаев были обнаружены плотные скопления различных морских организмов.

Особое внимание Владимир Коваленок уделял наблюдениям за развитием отдельных вихревых циркуляций на поверхности океана, которые лишь сравнительно недавно стали известны науке. Оказалось, что такие вихри в океане представляют собой не случайное, а часто повторяющееся явление и могут рассматриваться как естественный элемент общей циркуляции вод. Было отмечено совершенно исключительное явление — резкое холмообразное изменение уровня Индийского океана на подходах к Тиморскому морю. Сообщение об этом было настолько неожиданным, что у некоторых ученых возникло сомнение в реальности результатов наблюдений. Некоторое время спустя они были полностью подтверждены.

Так, вторая космическая экспедиция на борту орбитальной станции «Салют-6» положила начало визуальным целенаправленным наблюдениям океана из космоса. Ее результаты имели не только научное, но и огромное практическое значение для рыбохозяйственных исследований в открытых водах океана.

Совместная работа ученых ВНИРО была продолжена с экипажем третьей основной экспедиции на борту «Салют-6» Владимиром Ляховым и Валерием Рюминым. Космонавтами не только были расширены полученные ранее результаты, но и серьезно повышена их практическая значимость. Повторные наблюдения дали возможность установить сезонные изменения динамически активных зон и интенсивности биологической продуктивности в установленных ранее районах, изменения их положения в зависимости от времени года. Кроме того, были обнаружены и новые продуктивные районы в открытых водах океана.

Наблюдения космонавтов стали источником ценнейшей оперативной информации. Она практически полностью подтверждалась, а в ряде случаев позволяла находить потерянные в непогоду продуктивные районы.

В июле 1979 г. от космонавтов поступило чрезвычайно важное сообщение: в северо-западной части Индийского океана у 4° с. ш. экипаж заметил резкое, вытянутое с запада на восток холмообразное поднятие уровня воды. Вот как выглядел рассказ об этом Владимира Ляхова: «Просматривая поверхность океана, я совершенно неожиданно увидел водяной холм — настолько высокий, что тень от него легла четкой полосой вдоль северных склонов. Я немедленно позвал Валерия. Он точно определил то явление, которое я наблюдал мгновением раньше.

Нам было известно, что Владимир Коваленок также наблюдал подобное изменение уровня океана и что не все поверили в достоверность

этого сообщения. Теперь, когда независимо друг от друга мы увидели такое же явление, только в другой части Индийского океана, надеемся, что сомнения будут рассеяны. К сожалению, «Салют-6» слишком быстро прошел над этим районом. Хотя протяженность водного холма была не менее 100 км, мы не успели зафиксировать его на пленку. Это наука на будущее. В подобных ситуациях фотоаппарат всегда нужно иметь в руках».

Но и без документации была очевидна достоверность полученной информации, поскольку углы визирования и освещения водяного холма исключали возможность оптического обмана. Космонавты задали ученым еще одну загадку. Подобные явления в океане совершенно не были известны. Можно лишь предполагать, что они не редки и что именно с ними связаны неожиданные исчезновения кораблей при совершенно спокойной погоде. Теперь нужно думать о причинах, вызывающих столь резкие и быстрые изменения уровня воды в открытом океане.

Работа экипажей «Салюта-6» еще раз доказывает необходимость участия космонавтов в разработке методов наблюдения океана с борта автоматических искусственных спутников Земли. Только с помощью человека можно «научить» автоматические приборы исследовать океан.

А. Муромцев, профессор, заведующий лабораторией
Всесоюзного научно-исследовательского института
морского рыбного хозяйства и океанографии
(АПН)

«Московский комсомолец», 6 марта 1980 г.

НАД МИРОМ ЛЬДА

Одна из самых ярких картин земной поверхности, которые, сменяя одна другую, проходят перед глазами космонавтов орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз», — вид высоких гор Земли.

Атмосфера над ними намного прозрачнее, чем над равнинами или океаном. В ландшафте броско выделяются разветвленная структура горных хребтов, глубокие долины, зеркала озер, зелень альпийских лугов и лесов у подножия гор. И все же главное место в пейзаже принадлежит вечным снегам и ледникам. Изучению оледенения планеты посвящено несколько заданий, которые выполняли космонавты Леонид Попов и Валерий Рюмин.

Когда точка на глобусе навигационного прибора — индикатора, отмечающая географическое положение орбитальной станции, перемещается из южной полусферы в северную, баллистики фиксируют начало нового витка. Один из них особенно дорог гляциологам — ученым, изучающим снежный покров и ледники Земли. Этот виток берет отсчет на экваторе.

От реки Риу-Негру трасса станции пересекает Атлантику и, миновав десяток европейских столиц, ниспадает к Волгограду и Аральскому морю, чтобы на 32-й минуте полета повстречаться с Памиром. Далее трасса проходит вдоль Каракорума и Гималаев. С орбиты хорошо видны хребты и ледники, шапки вечных льдов на горных узлах.

В августе и в первой половине сентября именно этот участок трассы чаще других выбирался космонавтами для исследования земной поверхности. Когда над джунглями Амазонки станция выходит из тени, космонавты спешат на рабочее место в переходном отсеке. В иллюминаторах

на фоне темно-зеленого ландшафта выделяется древовидный рисунок полноводных рек. Но внимание Л. Попова и В. Рюмина приковано к другим рекам.

За полчаса полета они успевали точно ориентировать орбитальный комплекс продольной осью к Земле и разместить возле иллюминаторов бортовой журнал с заданиями гляциологов, фотоаппараты, бинокли и карты.

Миновав волжские степи, космонавты уже видят вдаль горы Средней Азии. На пути к ним лежат ровные пространства степей и пустынь. С высоты 350 км пустыня Кызылкум поражает однообразным простором песков. Ее окаймляют две тонкие ленточки рек Амударья и Сырдарья. Кажется, они вот-вот порвутся, не достигнув Арала. А контуры моря не совпадают с его изображением на карте. Только присмотревшись внимательно, можно обнаружить в песках старую границу моря.

Вода испокон веков определяла облик этой территории. Сегодня от ее количества зависит вся хозяйственная деятельность республик Средней Азии. А воду этим засушливым равнинам дают в основном ледники и снежники Памира и Тянь-Шаня. Вот почему исследования гляциологов важны для тружеников села, работников промышленности, всего населения.

Со скоростью более 7 км/с станция проходит над светло-желтой равниной. Всего несколько минут полета, но космонавты успевают обратить внимание на недостатки мелиоративной системы Хорезма и Ташауза: отработанные воды направляются с полей по Озерному коллектору в Сарыкамышскую впадину.

Оба космонавта замечают русла древних рек. Они выделяются за счет генерализации изображения — глаз не воспринимает мелких деталей ландшафта, но выделяет крупные элементы. Этому же способствует «эффект просвечивания» древних русел сквозь толщу рыхлых отложений. Вдоль таких русел, как правило, располагаются скопления подземных пресных вод.

Сфотографировав гидрологические особенности региона, Леонид Попов и Валерий Рюмин переводят взгляд на приближающиеся горы Памира. Памир — это исследовательский полигон космической гляциологии. В последние годы здесь отрабатываются дистанционные методы изучения снежного покрова и льдов.

Точное знание запасов снега в горах и объема ледников — важная задача научных исследований, ведь по мере освоения засушливых территорий потребность в воде резко возрастает.

Для прогнозирования речного стока необходимо постоянно следить за состоянием десятков тысяч ледников. Опыт показывает, что это возможно только с помощью дистанционного контроля из космоса. Все другие способы, включая аэрофотосъемку, сеть гидрологических постов и метеостанций, недостаточно эффективны. Дело в том, что в настоящее время гидрологи измеряют снегозапасы и сток с ледников лишь на нескольких так называемых ключевых участках гор. Затем данные этих измерений усредняются на всю территорию Памира.

Сегодня традиционные способы прогнозирования стока уже не удовлетворяют потребности народного хозяйства. Разработка эффективных методов его прогнозирования с помощью орбитальных наблюдений и съемок стала насущной задачей дня.

Запасы льда в горах нашей страны огромны. По оценке члена-корреспондента АН СССР В. М. Котлякова, только в ледниках Памиро-Алая аккумулировано около 1240 км³ воды, причем химически и бакте-

риологически очень чистой. Особенно важно то, что ледники служат естественными регуляторами стока. В жаркие, засушливые периоды года водоотдача с них возрастает. Летом поля Средней Азии наполовину орошаются ледниковыми водами. Значительную прибавку к ним дают снежники высоких гор.

Когда Леонид Попов и Валерий Рюмин пролетают над долиной р. Вахш, они легко замечают водохранилище Нурекской ГЭС. По-видимому, им памятно посещение этой станции в октябре 1978 г., когда руководители стройки рассказывали, как важна помощь космонавтов в прогнозировании пополнения водохранилища Нурека.

Судите сами: сельское хозяйство нуждается в увеличении водосброса через плотину, а промышленность заинтересована в повышении выработки электроэнергии, т. е. в подъеме уровня зеркала воды. Следовательно, оптимальное ее расходование возможно только при условии точных оценок поступления воды с ледников. Вот почему в конце лета, когда ледники Памира максимально обнажены от сезонного снега и интенсивно тают, оба космонавта старались не упустить возможности их наблюдения и съемки.

Сегодня одна из важнейших задач гляциологии — разработка облика наземно-авиакосмической службы наблюдения за снегом и льдом. Эта служба призвана вести постоянное слежение за режимом снежного покрова и ледников нашей страны, давая прогнозы как позитивных гляциальных явлений, так и событий, угрожающих хозяйственной деятельности и жизни людей, например лавин, селей, пульсации ледников.

Космонавты четырех длительных экспедиций орбитальной станции «Салют-6» внесли огромный вклад в эту работу. С их помощью установлены не только возможности указанной службы, но и выявлены многие очень важные особенности наблюдения за снежным покровом и льдами. Например, теперь мы знаем, что с орбитальной высоты даже невооруженным глазом можно обнаружить узкие моренные гряды на ледниках и русла ледниковых рек.

Космонавты уверенно обнаруживают пульсирующие ледники по характерным грядам изогнутых в виде петель морен или по растечению льда на выходе его из ущелий в долины.

Совместный труд космонавтов орбитальной станции «Салют-6» и ученых позволил завершить работу по классификации активных ледников Памира. Эти научные результаты послужат основой для дальнейшего изучения эволюции памирского оледенения и прогнозирования его изменчивости.

Достижением космической гляциологии стало обнаружение, изучение и прогнозирование поведения около 30 пульсирующих ледников Памира. Многие из них расположены в бассейне р. Вахш, что должно привлечь внимание проектировщиков ГЭС на этой реке. Ведь в более ранние годы уже наблюдались катастрофические опорожнения напорных озер за плотинами пульсирующих ледников, что вызывало прохождение в долинах водных паводков.

За все предыдущие годы традиционными методами удалось обнаружить и описать не более десятка подобных событий.

Сегодня в горах Памира происходит пульсация одного из самых крупных его ледников. Пока подвижкой охвачены верховья и средняя зона глетчера, но вероятно, что уже скоро нагнетание льда в нижнюю зону ледника приведет к началу его движения по долине. Специалисты Госцентра «Природа» следят за развитием событий. Совместно с нами работает и экипаж орбитальной станции.

Сползание ледника имеет и положительный эффект. Ведь растрескавшийся лед, сместившийся на ниже расположенный горизонт гор, тает более интенсивно, что должно учитываться в прогнозе его водоотдачи. Достаточно сказать, что только на Южном склоне пика Ленина объем недавно вынесенного в долину р. Сауксай льда составил, по нашим оценкам, около 200 млн. м³.

Неоценима и помощь космонавтов в создании крупнейшего картографического произведения — Атласа снежно-ледовых ресурсов мира. В этом атласе найдут отражение все виды природных льдов, распространение и режим которых показываются в глобальном масштабе. Атлас предназначен для использования его информации в хозяйственных и научных целях.

*Л. Десинов, старший научный сотрудник
Госцентра «Природа».*

«Правда», 7 октября 1980 г.

НА ПУТИ К ОРБИТАЛЬНОМУ ЗАВОДУ

«В клинике успешно завершены испытания антикоагулянта, первая партия которого была доставлена с борта орбитального научного комплекса. Новый препарат в 4 раза повысил эффективность борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями...»

«Ученые Академии наук продолжают исследования образцов нового сверхпроводящего сплава, приготовленного в невесомости. Образцы сохраняют состояние сверхпроводимости при температуре до 45 К...»

«Детальные измерения характеристик монокристаллических волокон, доставленных из космоса, показали, что их прочность лишь немногим ниже теоретического предела и на три порядка превышает аналогичные показатели для земных прототипов...»

Читатель, конечно, догадался, что эти цитаты заимствованы из статей, которые еще предстоит написать в будущем. А пока мы читаем ставшие уже привычными сообщения о том, что на установках «Сплав» или «Кристалл» на борту орбитального комплекса проведен очередной технологический эксперимент.

Возникает вопрос: не пора ли приступить к реализации наиболее перспективных возможностей космической технологии? Основания для постановки такого вопроса достаточно весомы.

Практическая важность проблем, упомянутых в начале статьи, огромна. Получение высокотемпературных сверхпроводников в состоянии буквально революционизировать целые отрасли промышленности — энергетику, транспорт, электронную промышленность, да и саму космическую технику. Получение медико-биологических препаратов резко повысит эффективность лечения таких болезней, как инфаркт, инсульт и пр.

Специалисты по космической технологии уже представили убедительные доказательства: да, материалы, приготовленные в невесомости, гораздо совершеннее, чем их земные прототипы.

Переход к разветвлению на космических орбитах опытно-промышленного производства полупроводниковых и некоторых других материалов вполне реален. Надо только изготовить подходящее оборудование,

доставить его в космос — и можно писать те самые статьи, отрывки из которых приводились вначале.

Однако переходить к непосредственному планированию космической промышленности пока еще рано. Лабораторные исследования многочисленных образцов полупроводниковых, оптических, металлических материалов, приготовленных в невесомости, в том числе на борту комплекса «Салют-6» — «Союз», подтвердили, что свойства этих образцов обычно улучшаются. Но эти исследования дали и другой результат: многие эффекты, обнаруженные в экспериментах, оказались неожиданными для ученых, часть из них не получила однозначного теоретического толкования.

Что ж, в истории техники известно немало примеров, когда инженеры успешно решали практическую задачу, и лишь потом ученые «подводили» под нее надежный теоретический фундамент. Так бывало, но, как правило, в сравнительно простых ситуациях. Однако условия, с которыми имеют дело специалисты по космической технологии, отличаются большой сложностью.

Приведем пример. В технологических экспериментах, выполненных с различными веществами, обнаружено новое явление: расплав, находящийся в цилиндрической ампуле, в невесомости отрывается от ее стенок. Ничего подобного на Земле не наблюдают, там образец прочно «сцепляется» со стенками ампулы. А дальше происходит вот что. Раз поверхность расплава свободна, на ней возникает интенсивное течение, обусловленное тем, что коэффициент поверхностного натяжения меняется с температурой (температура в опытах непостоянна — идет кристаллизация). Такое течение приводит к эффективному перемешиванию расплава. Между тем раньше считалось, что в невесомости этого не бывает. Перемешивание меняет содержание примеси в расплаве и в пограничном слое между расплавом и кристаллом. А в результате меняется концентрация примеси и в самом кристалле.

Но именно распределение примеси обычно определяет электрофизические, оптические и другие свойства полупроводниковых монокристаллов, а значит, и качество образцов, приготовленных в космосе. Стало быть, нельзя научиться управлять этими свойствами, получать материалы с заранее заданными характеристиками, не изучив всех этих процессов в их совокупности и с учетом влияния друг на друга эффектов, различных по физической сущности. Ведь известны эксперименты, в которых, например, вместо улучшения однородности распределения компонентов в слитках наблюдалось ее значительное ухудшение.

Именно в исследовании особенностей протекания в условиях невесомости процессов тепло- и массообмена, кристаллизации и затвердевания, поверхностных явлений состоит основная цель технологических экспериментов на современном этапе.

Настоящая наука всегда интернациональна, в решении ее задач принимают участие ученые разных стран. Это в полной мере относится и к технологическим экспериментам на борту орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз». В соответствии с программой «Интеркосмос» в проведении этих экспериментов приняли участие специалисты стран социалистического содружества — СССР, ГДР, ПНР, НРБ, а также Франции. Только что вернулся с орбиты интернациональный экипаж, выполнявший на борту комплекса советско-венгерские эксперименты.

Ввиду высокой сложности исследуемых вопросов, необходимости одновременного использования методов различных дисциплин правомер-

но говорить о возникновении нового научного направления — физики невесомости.

Предмет физики невесомости состоит в исследовании особенностей поведения вещества в космических условиях. Она опирается на достижения смежных дисциплин — теории тепло- и массопереноса, механики жидкости, кристаллофизики, теории фазовых переходов, физики поверхностных явлений и др. Отличительные особенности ее научного метода состоят в сочетании технологических экспериментов, выполняемых на борту космических аппаратов, со специальными теоретическими исследованиями комплексного характера, численным и лабораторным моделированием процессов, протекающих в невесомости.

Конечная цель физики невесомости состоит в разработке научно-технических основ производства в космосе новых материалов.

Технологические эксперименты, которые выполняются на борту орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз», оказались в этом отношении весьма полезными. Продолжающиеся в настоящее время лабораторные исследования слитков, доставленных из космоса, а также исследования вновь полученных образцов, несомненно, дадут немало новых ценных результатов.

Тщательный анализ и научное обобщение итогов выполненных исследований и экспериментов позволяют уточнить программу следующего этапа работ по космической технологии, повысить их эффективность. Для этих работ будут созданы более совершенные технологические условия. Установки следующего поколения позволят сделать новый существенный шаг вперед — наряду с исследованиями актуальных вопросов физики невесомости начаты опыты по приготовлению таких улучшенных образцов полупроводниковых и других материалов, которые могли бы найти непосредственное практическое применение в той или иной аппаратуре.

Конечная цель космической технологии — создание орбитальных заводов по производству улучшенных и качественно новых материалов с достаточно высокой техникоэффективностью — не может быть достигнута легкой ценой. Для этого потребуются решение целого комплекса задач: развитие физики невесомости как научного фундамента технологии космического производства, разработка специализированного комплекса бортовых технических средств, создание специальных космических аппаратов и технологических модулей, проведение новых технологических экспериментов. Естественно, все это нуждается в серьезном организационном обеспечении.

В начале века основоположник космонавтики К. Э. Циолковский мечтал о создании промышленного производства в космосе. Мы вступили в эпоху, когда это научное предвидение К. Э. Циолковского начинает воплощаться в жизнь. И труд советских ученых, конструкторов, инженеров вносит весомый вклад в решение этой задачи, имеющей важное значение в конечном итоге для судеб цивилизации на нашей планете.

С. Гришин, доктор технических наук, профессор;

Л. Пименов, доктор физико-математических наук, профессор.

«Известия», 2 июля 1980 г.

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ В КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В работах основоположника космонавтики К. Э. Циолковского нашла отражение идея использования лучистой энергии Солнца на околоземных поселениях и на промежуточных базах межпланетных сообщений. В настоящее время человечество поставлено перед необходимостью поиска «новых» источников энергии в дополнение к традиционным. Ученые проявляют все возрастающий интерес, в частности, к использованию непосредственно лучистой энергии Солнца.

И дело не ограничивается только перспективой повышения общего энергетического потенциала. Лучистый нагрев имеет ряд особенностей и преимуществ по сравнению с другими способами нагрева: чистоту, легкость управления. С помощью зеркальных концентраторов можно получать потоки, температура которых превышает температуру плавления всех известных материалов. Все это делает лучистый нагрев незаменимым в некоторых материаловедческих исследованиях.

В Институте проблем материаловедения Академии наук УССР созданы солнечные печи, на которых исследуются возможности применения концентрированных солнечных лучей в таких технологических процессах, как сварка, пайка, резка металлов и сплавов, а также получение пленочных и полупроводниковых материалов в вакууме за счет термического испарения.

Технологические исследования проводились на солнечной печи, оснащенной механизмами, обеспечивающими автоматическое слежение концентратора за Солнцем, контроль заданного термического цикла, манипулирование нагреваемыми объектами. Анализ полученных сварных швов и паяных соединений показывает, что они отличаются хорошими механическими свойствами.

Подобные технологические процессы весьма перспективны для применения в космосе при сборке обитаемых орбитальных комплексов. Для изучения особенностей поведения и формирования расплавов в невесомости были проведены исследования на летающей лаборатории, где использовался имитатор солнечного излучения. Они показали, что сварные и паяные соединения формируются хорошо, отмечено более равномерное по сравнению с контрольными образцами распределение примесей и связанное с ним измельчение зерна.

На основе проведенных исследований была сконструирована и изготовлена малогабаритная гелиоустановка, имеющая концентратор лучей диаметром 1,5 м. Ее вес без вакуумной системы 50 кг. Установка предназначена для сварки и пайки образцов в автоматическом режиме. Она рекомендована как макет для изготовления орбитальной установки, на которой предполагается продолжить исследования вышеуказанных технологических операций в космическом пространстве.

Циолковский предвидел, что в космическом пространстве непосредственной силой Солнца с помощью зеркал и стекол можно получить очаги любой величины с температурой от 273 градусов холода до 6000 и более градусов тепла.

Однако для практического применения гелиоустройств необходимо сформированный высокоинтенсивный световой поток выводить из фокальной зоны концентратора, с тем чтобы можно было работать на крупных объектах. С этой целью ведутся исследования по разработке силовых гибких волоконных световодов. Создан силовой гибкий световод

диаметром 20 мм, позволяющий проводить пайку пластинок толщиной 0,2—0,4 мм при использовании низкотемпературного припоя. Установкой с таким световодом на орбитальной станции можно производить такие ремонтные работы, где требуется выполнять пайку или соединения с помощью полимерных клеев и смол, а также другие виды термических обработок.

В целом же в Институте проблем материаловедения на гелиотехнической базе эксплуатируется 8 гелиоустановок различного исследовательского назначения. Результаты проведенных работ говорят о несомненной выгоде прямого использования солнечной лучистой энергии для технологических работ и материаловедческих исследований в космическом пространстве.

*В. Дверняков, кандидат технических наук
(АПН)*

«Московский комсомолец», 13 января 1980 г.

ТАКАЯ ОНА, НЕВЕСОМОСТЬ

В Киев вернулись постановщики космических экспериментов на установке «Испаритель» — сотрудники одной из лабораторий Института электросварки им. Е. О. Патона АН УССР.

Напомним, что первый эксперимент на этой установке осуществили прошлым летом «Протоны» — Владимир Ляхов и Валерий Рюмин (о задачах тех работ и о создателях космического «Испарителя» «Правда Украины» рассказала 12 августа 1979 г.).

Ныне выполнен качественно новый этап исследований по космическому материаловедению. Земные разработчики вместе с Леонидом Поповым и Валерием Рюминым сделали новый шаг в неизведанное.

— «Испаритель», доставленный в свое время на орбитальную станцию «Салют-6» грузовым кораблем «Прогресс», представлял собой установку одноразового применения, — говорит руководитель лаборатории. — От того, первого, эксперимента мы ждали ответа лишь на принципиальный вопрос: возможно или нет в условиях космического вакуума и невесомости наносить покрытия методом электронно-лучевого испарения веществ и последующей конденсации их паров на твердой поверхности — «подложке».

Ученые получили положительный ответ. Доставленные на Землю 24 образца серебряных конденсатов всесторонне и тщательно исследованы. Выяснилось, что в условиях орбитального полета аппаратура позволяет с достаточной надежностью испарять металлы и получать тонкопленочные покрытия.

В то же время в структуре полученных в космосе конденсатов ученые обнаружили некоторые особенности, не встречавшиеся у аналогов, напыленных в земных условиях. Все говорило о целесообразности продолжения исследования. Поскольку места на грузовиках «Прогресс» дефицитны, родилась идея: не отправлять на станцию новый «Испаритель», а попытаться использовать тот, что уже находился на «Салюте».

В Институте электросварки изготовили комплект запасных частей для установки, в частности катодные узлы и новые блоки испарения. С очередным «грузовиком» отправили также на орбиту дополнительные тиглы с материалами для испарения и новые образцы подложек. Если в первом эксперименте наносились лишь серебряные покрытия, то теперь для этой цели использовались и другие металлы и сплавы.

Расширился ассортимент подложек: покрытия наносились на самые разные — металлические, стеклянные и полимерные — поверхности. Шире стал и круг режимов испарения и конденсации. А так как некоторые материалы имели более высокие по сравнению с первенцем-серебром температуры плавления и испарения, а мощность источника питания, естественно, оставалась прежней, патоновцам пришлось искать выход и из этой ситуации, с чем они справились.

Леонид Попов и Валерий Рюмин еще до полета прошли соответствующую подготовку и освоили методику проведения ремонтно-профилактических работ на «Испарителе». У Рюмина был опыт обращения с установкой во время предыдущей экспедиции на орбиту. Вначале космонавты включили «Испаритель» без каких-либо доработок, чтобы проверить, не потерял ли он работоспособность. Когда убедились, что установка функционирует нормально, провели комплекс монтажно-демонтажных операций, заменив ряд старых блоков новыми. Затем, после настройки, начали эксперименты по программе, которую вместе с патоновцами подготовили специалисты нескольких исследовательских организаций. Так, серия за серией получили до 200 образцов разнообразных покрытий.

Как же складывались во время этой работы взаимоотношения между постановщиками эксперимента и теми, кто выполнял его на орбите? Создатели «Испарителя» находились в Центре управления полетом: одни из разработчиков следили за ходом эксперимента по поступившей в ЦУП телеметрии, другие поддерживали непосредственные деловые контакты с экипажем во время сеансов связи. Связь оказалась многогранной, а космонавты не были лишь пассивными исполнителями программы. Неплохо разбираясь в физико-химических и технологических тонкостях проводимых экспериментов и отлично освоив технику, они день от дня действовали все увереннее, серьезно помогли исследователям. Помог и телевизионный мост «Земля — борт»: разработчики на телеэкранах в ЦУПе видели образцы, которые им показывали Попов и Рюмин, и это позволило оперативно корректировать ход экспериментов.

...Детальное изучение двух сотен образцов впереди, когда они начнут прибывать на Землю. А пока в руках ученых рулончики с записями телеметрии — линии и цифры, позволяющие прийти к выводу о хорошей работе «Испарителя» на орбите и успешном ходе завершившихся экспериментов.

В. Петренко

«Правда Украины», г. Киев, 17 июля 1980 г.

КРИСТАЛЛЫ ИЗ КОСМОСА

Придя на встречу с журналистами, член-корреспондент Академии наук СССР Л. Курбатов достал из портфеля фотографию, на которой было изображено лицо человека. Брови и усы совсем черные, нос, подбородок и участки лба серые, из белых глазных впадин смотрят едва различимые зрачки...

— С этого изображения, — рассказал Леонид Николаевич, — я и хочу начать нашу беседу. Перед вами — портрет человека в инфракрасных, или, как их еще называют, тепловых лучах. Инфракрасная область

спектра находится между видимыми лучами и радиоволнами. Человеческим глазом этот вид электромагнитных излучений не воспринимается. Однако известно, что каждое физическое тело — люди, предметы, животные — излучают инфракрасные волны.

Существуют приборы, с помощью которых можно увидеть невидимое. Чем выше температура, тем ярче изображение: участки человеческого лица, разнящиеся по температуре лишь на десятую долю градуса, заметно отличаются друг от друга по интенсивности излучения. По снимку, который я вам сейчас показываю, можно судить: надбровья и верхняя губа человека холоднее, чем, скажем, щеки.

Для чего нужны такие приборы? Вот одно из их применений. Медики знают прекрасно, как выглядит тело здорового человека в тепловых лучах. Заболел какой-то орган, человек еще ничего не чувствует. А вот прибор замечает, что участок тела вокруг больного органа стал на какие-то доли градуса теплее. И это, конечно, не может не вызвать беспокойства у врачей. Благодаря тепловизорам (так называются приборы, фиксирующие инфракрасные излучения) многие люди избежали опасного развития тяжелых недугов.

Главная часть прибора, который видит тепловые лучи, — это крохотный, очень чувствительный кристалл. Лучше всего для таких целей подходит твердый раствор теллуридов кадмия и ртути, сокращенно КРТ. У нас есть достаточное количество и ртути, и кадмия, и теллура и не так сложно их получать. А вот соединения этих веществ очень дороги. Дело в том, что «видящий» кристаллик должен быть очень высокой степени чистоты — т. е. почти не иметь примесей. Сначала очищают исходные вещества, потом соединяют их попарно. Делается это в особых кварцевых сосудах. Уж, казалось бы, кварц — самой высшей марки, а все равно в нем обязательно есть посторонние включения. Любопытно, что чаще всего «грязью» оказывается в кварце... золото. Там его непредставляемо малое количество, но и оно служит нам в работе очень серьезной помехой. Чистят и тройное вещество. Легко сказать — «чистят», а это сложная технология, уникальное оборудование...

И еще одна проблема. Теллурид кадмия и теллурид ртути относятся друг к другу очень недружелюбно. У них разные плотности, и, оказавшись в одном расплаве, они стараются разделиться, как, например, разделяются налитые в один стакан масло и вода. Ученые ищут и в общем-то нашли уже некоторые способы «подружить» подобные вещества. Но для этого требуются новые сложные установки, а значит, еще больше увеличивается стоимость конечного продукта. А главное — получить в земных условиях крупный и достаточно совершенный кристалл КРТ до сих пор не удалось.

— Когда готовилась к полету станция «Салют-6», взвешивалась научная ценность экспериментов, которые предлагалось провести на ее борту, и речь зашла об установках «Сплав» и «Кристалл», — продолжил свой рассказ Леонид Николаевич, — я сразу представил себе, сколь огромную выгоду сулит выращивание кристаллов КРТ в условиях невесомости. И сумел убедить руководителей космической программы в важности подобных экспериментов. Георгию Гречко и Юрию Романенко было поручено провести кристаллизацию первого космического образца КРТ.

Мы очень ждали возвращения на Землю этого образца и волновались: все ли будет так, как задумано? Наконец, он оказался у нас в руках.

Изучив образец, выращенный на орбите, мы ободрились: из общей массы твердого раствора примерно десятая часть представляла собой монокристалл. Надо сказать, что на образование кристаллов влияют не только силы земного тяготения. Здесь и какие-то особенности конвекционного движения жидкостей, и действия сил поверхностного натяжения. Наконец, огромное значение имеет время кристаллизации — а в первом эксперименте, осуществленном Юрием Романенко и Георгием Гречко, на весь этот процесс было отведено всего 10 часов, которых, по нашим понятиям, для выращивания кристаллов слишком мало.

Наиболее шороко работы по нашим программам развернулись, когда на борту «Салюта-6» находились Владимир Ляхов и Валерий Рюмин. В тот период время нам отвели более щедро. Соответственно и результаты получены более для нас значимые.

Но прежде — как все это делалось. Вот посмотрите. В моих руках — одна из капсул, в которых на установке «Сплав» были получены уникальные кристаллы. Капсула сделана из нержавеющей стали и очень прочна. Внутри нее три отсека, где помещались кварцевые ампулы с КРТ. Задача космонавтов — вставить капсулы в установку и соблюсти необходимый температурный режим. Смесь веществ разогревалась до тысячи градусов, а потом медленно остывала.

Готовя эксперимент, специалисты встретились с серьезными трудностями. При очень высоких температурах ртуть испаряется, давление внутри кварцевой ампулы достигает сотни атмосфер, чего она, естественно, выдержать не может. Наши умельцы нашли выход из положения: они предложили помещать капельку ртути... еще и с внешней стороны ампулы. Эта ртуть тоже испаряется, создает большое противодавление и удерживает ампулу от разрушения.

Владимиру Ляхову и Валерию Рюмину удалось получить на установке «Сплав» два монокристалла КРТ. Ближе к поверхности они были не так хороши, как в глубине. Проверив с помощью рентгеновского микрондозонного анализатора однородность кристаллов, мы пришли к выводу, что находимся на правильном пути: если проводить эксперимент еще более длительное время, то, наверное, можно получить единый однородный кристалл.

Наконец, во время полета Леонида Попова и Валерия Рюмина для выращивания КРТ было предоставлено то время, которое мы просили. Дважды кристаллизация проводилась в течение более чем 5 сут и один раз — за 60 ч. Результаты этой работы были доставлены на Землю Виктором Горбатко и Фам Туаном. За истекшее с тех пор время нам удалось не только познакомиться с полученными образцами, но и сделать шлифы, исследовать их. Все говорит за то, что перед нами — от начала до конца однородные кристаллы.

...Мы задали вопрос ученому: как ему представляется будущее технологии, о которой только что было рассказано? Леонид Николаевич не сомневается в том, что в обозримом будущем на околоземную орбиту поднимутся автоматические производственные станции, на борту которых в многочисленных печках наподобие установки «Сплав» будут рождаться кристаллы типа КРТ. Возможно, таким путем будут получены и особо крупные кристаллы — тогда можно будет подумать о более совершенных приборах инфракрасного видения.

Установка «Сплав» помогла ученым разобраться в механике процессов кристаллизации, которые происходят как в космосе, так и на Земле. Возможно, благодаря этим работам земным технологам удастся

разработать лучшие способы получения в обычных наших условиях соединения кадмий — ртуть — теллур. А значит, получить новые возможности для диагностической медицины.

А. Ивахнов, спец. корр. «Известий».

Центр управления полетом

«Известия», 20 августа 1980 г.

КЛИМАТ ЗЕМЛИ

ЧТО СЛУЧИЛОСЬ С ПОГОДОЙ?

ХОЛОД СО ДНА ОКЕАНА.

СПУТНИКИ ПОМОГАЮТ СИНОПТИКАМ

Хозяйственная деятельность человека во многом зависит от климата. Понять факторы его формирования и причины изменений — задача очень трудная. Дело в том, что сведения, которыми располагают ученые, пока еще отрывочны и недостаточны для того, чтобы судить обо всех сторонах проблемы.

«Белые пятна» в наблюдениях за атмосферой и Мировым океаном стали причиной недавней дискуссии о том, как изменялся климат за два последних десятилетия. Известно, что до 1940 г., по крайней мере в северном полушарии Земли, происходило потепление климата. За несколько десятилетий средняя температура повысилась здесь почти на 0,6°. Затем началось похолодание. О том же, что происходит с климатом сегодня и что произойдет с ним в недалеком будущем, единого мнения у специалистов нет. Одни прогнозируют скорое наступление периода катастрофического похолодания. Другие, напротив, предсказывают потепление, которое будет сопровождаться таянием полярных льдов и резким повышением уровня Мирового океана.

Истина, по-видимому, находится где-то посередине — между этими крайними суждениями. За последние 10—20 лет средняя температура в Северном полушарии изменялась мало. Но — и это очень существенно — усилилась ее изменчивость: от месяца к месяцу, от года к году. А ведь именно изменчивость температуры неблагоприятно сказывается на сельском хозяйстве и других отраслях народного хозяйства.

Климат и его изменения определяются сложным взаимодействием атмосферы, океана, льдов, снежного покрова и биосферы. Для того чтобы понять «механику» этого процесса, нужны постоянные измерения большого количества параметров: температуры, влажности, облачности и т. д.

Для изучения климата необходимо знать о процессах, происходящих на всем земном шаре. Естественно, что решающая роль в наблюдении за ними должна принадлежать спутникам, которые способны осуществлять глобальный обзор планеты.

Запуск метеорологических спутников начался более 20 лет назад. За это время получено много новых сведений о климате. Например, о закономерностях распределения облачного покрова Земли. По данным, получаемым с помощью метеоспутников, мы научились определять количество и форму облаков, измерять температуру и высоту их верхней границы, различать их фазовое состояние.

Спутники принесли немало ценной информации об энергетике земного шара: о том, сколько энергии получают от Солнца разные части

планеты и сколько отдадут в космос в виде теплового излучения. В частности, сведения об энергетическом балансе Земли, полученные ранее на основе обычных наблюдений, оказались ошибочными. Отражательная способность нашей планеты — ниже, а излучение в космос выше, чем предполагали ученые. Эти факты очень важны для понимания того, как формируется и изменяется климат.

Особую роль в долговременных изменениях погоды и климата играют аномалии температуры поверхности океана. Академик Г. Марчук обобщил концепцию ключевых районов Мирового океана, которые оказывают на климат наибольшее влияние. К подобным районам относятся, например, зоны формирования крупных морских течений Гольфстрим и Куро-Сиво, районы у кромки ледяного покрова, участки Мирового океана, где происходит подъем на поверхность холодных вод.

Новая концепция легла в основу программы «Разрезы», которая позволяет организовать более целенаправленную систему наблюдений, прослеживать возникающие в океане температурные аномалии, которые спустя недели или месяцы отражаются на погоде и климате континентов.

Сведения об изменении с высотой температуры, давления и влажности воздуха мы получаем при помощи аэрологических зондов. На баллонах запускают датчики, которые проводят прямые измерения на высотах до 40 км. Аналогичные измерения можно производить и со спутников. Измеряя тепловое излучение Земли на различных длинах волн, можно как бы «расслоить» атмосферу, получить вертикальный профиль ее основных параметров.

Все острее в наши дни становится проблема изменений климата, обусловленных хозяйственной деятельностью человека. Изменение химического состава атмосферы, загрязнение ее приводят к изменению и оптических ее свойств. С конца прошлого столетия в воздушной оболочке Земли непрерывно возрастает содержание углекислого газа. Это явление, связанное с бурным развитием промышленности, усиливает «парниковый» эффект и может привести к потеплению климата на всем земном шаре.

Такое же воздействие на атмосферу оказывают и другие оптически активные газовые компоненты, выбрасываемые промышленностью, например фреоны, окислы азота. Для получения достоверных сведений об их концентрации разрабатываются методики измерений со спутников теплового излучения и прозрачности атмосферы. Важный эксперимент провели советские космонавты на орбитальной пилотируемой станции «Салют-4». С помощью комплекса солнечных спектрометров им удалось определить содержание в стратосфере водяного пара и озона. Большое значение имеют и визуальные наблюдения из космоса. Выбирая благоприятную обстановку для исследований, космонавты значительно повышают эффективность эксперимента.

Активное воздействие на свойства атмосферы и, в конечном счете, на климат оказывают пыль и аэрозоли. Большие пылевые облака, появляющиеся в районах пустынь, отчетливо видны на снимках, сделанных из космоса. Такие снимки позволяют выявлять области распространения пыли, увидеть, где именно возникла пыльная буря и какие территории она охватила. Для определения количества пыли в атмосфере, изменений ее концентрации с высотой требуются уже инструментальные наблюдения.

Опыт работы космонавтов на станциях «Салют» убедил нас в том, что для этой цели можно использовать регистрацию спектров атмосферы

вблизи горизонта днем или во время сумерек. Наблюдения сумеречного горизонта, проведенные Е. Хруновым на космическом корабле «Союз-5», позволили установить вертикальные профили концентрации пыли. А регистрация яркости дневного горизонта, выполненная позднее В. Волковым, А. Николаевым и В. Севастьяновым, дала новое количество информации о содержании пыли на разных высотах.

Очень важное значение для изучения климата имеют сведения о почве и растительном покрове планеты. До недавнего времени считалось, что половина углекислого газа, выбрасываемого промышленными предприятиями, остается в атмосфере, а все остальное поглощает Мировой океан. Теперь выясняется, что это не совсем так. Причина тому — многолетняя вырубка лесов. Даже если на их месте появляются новые посадки или начинается производство сельскохозяйственных культур, общая биомасса растительности уменьшается. Значит, с каждым годом все меньше углекислого газа способна переработать в кислород растительность планеты. Сведения о балансе углекислого газа на земном шаре и состоянии растительного покрова могут дать только наблюдения из космоса.

В полетах пилотируемых космических кораблей были сделаны первые попытки распознавания растительности и оценки ее зеленой массы путем регистрации спектральной яркости участков земной поверхности. Эти работы оказались успешными. В тех случаях, когда съемкам мешает сильная облачность, на помощь ученым приходят радиометоды. В 1968 г. на спутнике «Космос-243» было измерено тепловое излучение атмосферы и поверхности Земли. С тех пор этот метод прочно вошел в практику космических исследований и сейчас широко применяется на метеорологических, океанографических и природно-ресурсных спутниках.

Для всестороннего изучения и прогнозирования климата нужна оперативная спутниковая служба, дополненная наблюдениями с аэростатов, самолетов и наземных станций. Создание такой комплексной системы слежения — наша задача. Сейчас проходят проверку отдельные ее элементы. Со временем космическая служба климата станет реальностью.

К. Кондратьев, член-корреспондент АН СССР

«Известия», 3 мая 1980 г.

ХРОНИКА

Грузия. Спутник «Метеор» поможет заблаговременно предупредить работников противорадовой службы Грузии о приближающемся ненастье. С борта советского искусственного спутника Земли синоптики Телавской гидрометеорологической обсерватории начали получать космические снимки о состоянии атмосферных процессов над Кавказом.

«Известия», 9 июля 1980 г.

ЗАПУСКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ В 1980 г.

| № пп | Дата пуска | Название аппарата | Период обращения, дни | Апогей, км | Перигей, км | Наклонение орбиты, град |
|------|------------|-------------------|-----------------------|------------|-------------|-------------------------|
| 1 | 18 июня | «Метеор» | 97,3 | 678 | 589 | 98 |
| 2 | 9 сентября | «Метеор-2» | 102,4 | 906 | 868 | 81,2 |

ЗАПУСКИ СПУТНИКОВ СВЯЗИ В 1980 г.

| № п/п | Дата пуска | Название аппарата | Период обработки, мин | Апогей (в северном полушарии), км | Перигей (в южном полушарии), км | Расстояние от поверхности Земли, км | Наклонение орбиты, град | Международный регистрационный индекс |
|-------|------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 11 января | «Молния-1» | 737 | 40 830 | 478 | — | 62,8 | — |
| 2 | 20 февраля | «Радуга» | 1478 | — | — | 36 610 | 0,4 | «Стационар-2» |
| 3 | 14 июня | «Горизонт» | 1473 | — | — | 36 515 | 0,8 | «Стационар-4» |
| 4 | 21 июня | «Молния-1» | 738 | 40 707 | 658 | — | 62,5 | — |
| 5 | 15 июля | «Экран» | 1420 | — | — | 35 474 | 0,36 | «Стационар-Т» |
| 6 | 18 июля | «Молния-3» | 736 | 40 815 | 467 | — | 62,8 | — |
| 7 | 5 октября | «Радуга» | 1444 | — | — | 36 000 | 0,4 | «Стационар-3» |
| 8 | 16 ноября | «Молния-1» | 736 | 40 651 | 640 | — | 62,8 | — |
| 9 | 26 декабря | «Экран» | 1424 | — | — | 35 554 | 0,4 | «Стационар-Т» |

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ

ЛУНА — ДАЛЕКАЯ И БЛИЗКАЯ

Прошло около десятилетия с тех пор, как ученые впервые получили возможность непосредственно изучать лунные горные породы и минералы. Но за это время произошел гигантский скачок наших знаний о Луне. Что же нового за последние годы мы узнали?

АТМОСФЕРА ЛУНЫ

В 80 раз меньшая, чем у Земли, масса Луны и малая величина гравитационного поля объясняют практически полное отсутствие у нее атмосферы. Содержание газов у поверхности Луны не превышает в ночное время $2 \cdot 10^5$ частиц в кубическом сантиметре и увеличивается днем за счет дегазации грунта на два порядка. Из-за малой силы тяжести и высокой дневной температуры поверхности ($+130^\circ \text{C}$) атомы легких газов (водород, гелий) покидают Луну. 100-метровый слой атмосферы очень малой плотности (что равноценно глубокому вакууму) существует благодаря постоянному притоку газов с солнечным ветром, который приносит на ее поверхность около 40 г/с водорода (H_2), 8 г/с гелия (He^4), 0,2 г/с кислорода (O^{16}) и т. д.

Под действием солнечного ветра и ультрафиолетового солнечного излучения нейтральные атомы лунной атмосферы ионизируются, ускоряются в межпланетном и лунном поверхностном электрических полях и внедряются в поверхность Луны. Атмосфера Луны содержит около 1 кг водорода (H_2) и 1 т ксенона (Xe). Причина такого содержания ксенона — пока загадка, как, кстати, и в земной атмосфере. Чтобы представить себе, насколько мизерны эти величины, достаточно сказать, что при маневрах, посадке и взлете космических кораблей «Аполлон» на поверхность Луны было сброшено более 100 т выхлопных газов.

ПОВЕРХНОСТЬ ЛУНЫ

На Луне выделяются два основных типа геологических и геоморфологических образований — материки и «моря» (рис. 21, 22). Материки — это светлые области с неровным рельефом, возвышающиеся на 1—2 км над прилегающими равнинами более темных лунных «морей» и занимающие около 85% поверхности. Поверхность материков испещрена множеством крупных кратеров — до десятков и сотен километров в диаметре, которые, в свою очередь, покрыты кратерами мелкого размера. Наиболее хорошо сохранившиеся кратеры имеют все признаки ударно-взрывного происхождения, они образовались при бомбардировке лунной поверхности метеоритами.

Лунные «моря» представляют собой равнины, заполненные застывшей базальтовой лавой. Они сосредоточены главным образом на обра-

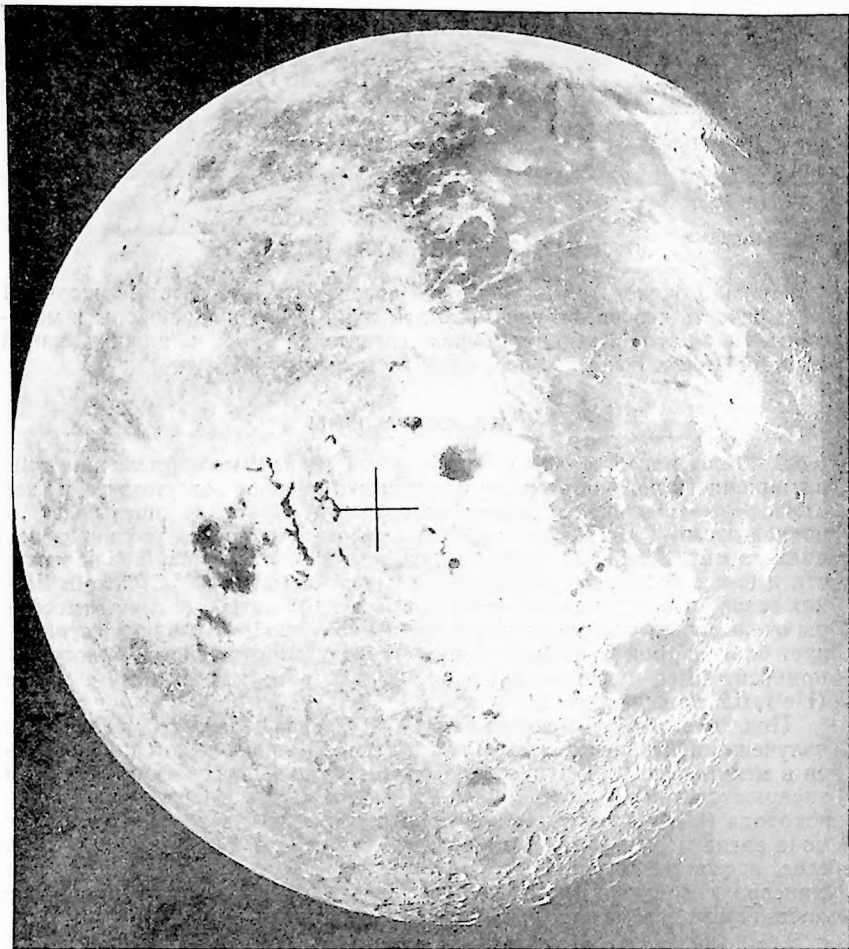


Рис. 21. Снимок Луны, сделанный станцией «Зонд-8». Справа — темные «морские» районы видимого полушария (Океан Бурь, Море Дождей, Море Влажности, Море Облаков); слева — светлые материковые области обратного полушария

шенной к Земле стороне Луны и не характерны для обратной ее стороны (всего около 3% поверхности). «Моря» расположены в депрессиях материковой коры, происхождение которых проблематично, но по крайней мере часть из них связывается с падением на Луну крупных астероидальных тел. Поверхность лунных «морей» тоже покрыта метеоритными кратерами, но их здесь меньше и они более мелкие.

Практически вся поверхность Луны покрыта чехлом мелкообломочного материала — реголита. Это — смесь очень мелких обломков горных пород и породообразующих минералов, а также агглютинатов (остекло-

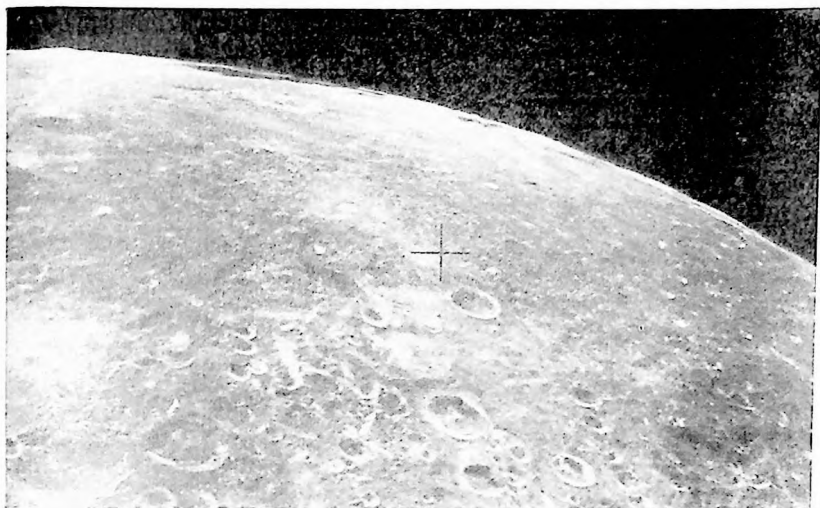


Рис. 22. Материковая местность на обратной стороне Луны (к западу от Моря Восточного). Снимок сделан станцией «Зонд-8»

ванных агрегатов частиц), возникающих при кратерообразующих процессах, стекла и грунтовых брекчий (сцементированных угловатых обломков пород). Доля метеоритного вещества в реголите не превышает 1%.

По имеющимся данным, мощность реголитового слоя в районах «морей» колеблется от 4 до 8 м, а в материковых районах от 4 до 12 м. При периодической бомбардировке микрометеоритами частицы реголита перемещаются и перемешиваются. Оценки содержания в реголите химических элементов, полученные по орбитальным и лабораторным измерениям, приводят к заключению, что в точках отбора проб реголита около 50% вещества принесено с расстояния примерно 5 км и только 5% — с расстояния около 100 км. Столь ограниченный масштаб перемещения и перемешивания реголита делает его очень удобным объектом исследования.

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЛУНЫ

Согласно сейсмическим данным, недра Луны, как и Земли, имеют зонально-оболочечное строение. При среднем радиусе Луны 1738 км толщина ее материковой коры на обращенной к Земле стороне около 48 км, а на обратной — 77 км. Мощность «морских» базальтов, перекрывающих материковую кору, в разных местах различна и, вероятно, колеблется от 1,2 км (район Тавр — Литтров) до 15—20 км (Море Ясности).

Под корой до глубины 300 км располагается лунная верхняя мантия, характеризующаяся, как и на Земле, скоростями распространения продольных упругих волн 8,1 км/с, что на Земле соответствует ультраосновным горным породам (дуниты, лерцолиты, гарцбургиты и т. д.). Слой от 300 до 900 км глубины представляет собой среднюю мантию, затем идет нижняя мантия. На глубине 900—1000 км скорость распростране-

ния поперечных волн заметно падает, что, вероятно, указывает на частичное плавление вещества в верхних областях нижней мантии Луны. Ядро Луны обнаруживается по сильному спаду скорости распространения продольных волн (до 4 км/с). Оно имеет около 350 км в диаметре и сложено либо железом, либо эвтектикой Fe—FeS.

Длительное изучение сейсмических явлений на Луне показало, что лунотрясения происходят не часто. Их число не превышает 600—3000 в год, а суммарная энергия 10^{13} эрг в год ничтожна по сравнению с энергией землетрясений, составляющей 10^{21} — 10^{25} эрг в год. У редких глубокофокусных лунотрясений фокус располагается на 600—900 км под поверхностью. Орбитальная регистрация взаимодействия Луны с потоком электрически заряженных частиц солнечного ветра, а также изучение ее магнитного поля позволили рассчитать изменение электропроводности лунных недр с глубиной. Сопоставляя эти данные с зависимостью электропроводности лунных пород от температуры и давления, удалось установить, что температура в недрах Луны сначала растет с глубиной очень быстро (от 0°С на поверхности до 830°С на 200-метровой глубине), а затем более медленно, достигая 1500°С на глубине 1000 км.

Величина остаточной намагниченности лунных пород (она изменяется в пределах 10^{-3} — 10^{-7} Э·см³/г) указывает на то, что, возможно, 3—4 млрд. лет назад Луна имела магнитное поле напряженностью в несколько сотых эрстеда, которое впоследствии исчезло. Но пока недостаточно данных для окончательного суждения о величине древнего магнитного поля Луны, его происхождении и причинах исчезновения.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЛУНЫ

Долгое время обсуждались три основные гипотезы образования Луны. Согласно первой, Луна некогда отделилась от Земли, причем даже указывалось место отрыва — бассейн Тихого океана. Вторая гипотеза основывалась на том, что Луна образовалась самостоятельно и позднее была захвачена Землей. Формирование Луны в процессе конденсации ее из протопланетного облака составляло содержание третьей гипотезы. Согласно последней гипотезе, Луна образовалась одновременно с Землей (двойная планетная система Земля—Луна). Первые две гипотезы сейчас практически утратили свое значение, так как не подтверждаются фактическими данными. Третья же, наоборот, подкрепляется новыми наблюдениями.

Результаты геохимического исследования лунных образцов почти не оставляют сомнений, что Луна и Земля возникли одновременно около 4,6 млрд. лет назад и формировались в процессе аккумуляции твердых тел при низких или умеренных температурах.

Первый, или «материковый», этап истории Луны как самостоятельного тела проходил 4,6—3,8 млрд. лет назад. В это время благодаря интенсивной бомбардировке Луны планетезималями, их гравитационному сжатию (аккреции) и нагреву поверхности солнечным ветром еще «молодого» Солнца внешний 100—200-километровый слой Луны расплавился.¹ С течением времени в нем начали кристаллизоваться различные минералы. Относительно легкие (плагноклаз) всплывали к поверхности, тяжелые (оливин, ильменит) опускались на глубину — произошла дифференциация расплава. Около 4,4 млрд. лет назад поверхность

¹ Согласно другим представлениям, расплавлению подверглась вся Луна, поскольку иначе трудно объяснить формирование столь толстой коры.

Луны стала твердой, но в результате предшествующего разделения минералов в «кипящем» слое состав образовавшейся коры уже существенно отличался от исходного. Возникла «материковая» кора габбро-анортитового состава, которая затем еще сотни миллионов лет подвергалась сильнейшей бомбардировке метеоритами разных размеров.

Около 4 млрд. лет назад интенсивность этой бомбардировки резко упала, и примерно в это же время на обращенной к Земле стороне Луны образовались крупные депрессии поверхности. 3,8—3,0 млрд. лет назад, когда в недрах Луны накопилось радиоактивное тепло, она прошла второй максимум прогрева, о чем свидетельствуют массовые излияния базальтов, затопившие депрессии поверхности и сформировавшие равнины лунных «морей», — «морской» этап.

Около 3 млрд. лет назад или несколько позднее наступил современный, «послеморской» этап эволюции Луны, на котором глубинные магматические процессы уже заметным образом не проявлялись. Ведущими факторами преобразования ее поверхности стали относительно слабая метеоритная бомбардировка, солнечный ветер и космические лучи. Луна постепенно начинает покрываться рыхлым чехлом реголита. Под действием солнечного ветра в приповерхностных зонах образуется неокисляемое в земных условиях металлическое железо, титан и кремний, возникают космогенные изотопы химических элементов. Таковы основные этапы истории Луны.

ГЕОХИМИЯ ЛУННЫХ ПОРОД

Изучение лунного грунта, доставленного на Землю из разных районов Луны советскими автоматическими станциями «Луна-16, -20 и -24» (рис. 23, 24), а также американские исследования показали, что состав пород в «морских» и материковых районах Луны отличается коренным образом. Материковые районы состоят из габбро-норит-анортитового комплекса пород, глиноземистыми и так называемыми KREEP-базальтами с высоким содержанием щелочей, редкоземельных элементов и фосфора. «Морские» породы представлены оливиновыми, глиноземистыми и титанистыми (до 12% содержания TiO_2) базальтами с различным содержанием щелочей в каждой из этих групп.

После математической обработки данных о химическом составе магматических лунных пород удалось выделить шесть основных типов пород, залегающих на поверхности Луны, определить в каждом типе пределы вариаций составов и наметить закономерности последовательного изменения их состава в процессе дифференции. Все это дало количественную основу для разработки петрологических моделей формирования лунной коры.

К настоящему времени описано более 50 минералов, содержащихся в лунных породах, и около 40 еще недостаточно охарактеризованных минеральных фаз, которые нуждаются в дополнительном изучении и более точной диагностике. Ведущее место в лунных породах как по числу минеральных видов, так и по распространенности принадлежит силикатам и оксидам. В качестве аксессуарных (сопутствующих) минералов часто встречаются фосфаты, сульфиды и самородные элементы. Обнаружены также карбиды и фосфиды. (Заметим, что в земной коре известно более 2000 минералов.)

Столь ограниченное число минералов в лунных породах связано с тем, что на Луне практически нет воды, летучих компонентов и кислорода атмосферы, а это обуславливает безводный и восстановительный

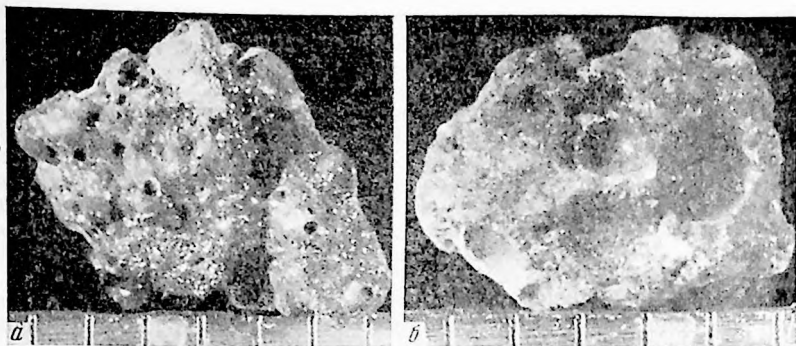


Рис. 23. Оплавленная частица реголитовой брекчии (а) и пористый тонкозернистый базальт (б) из образцов лунного грунта, доставленных на Землю «Луной-24» (одно деление соответствует 1 мм)

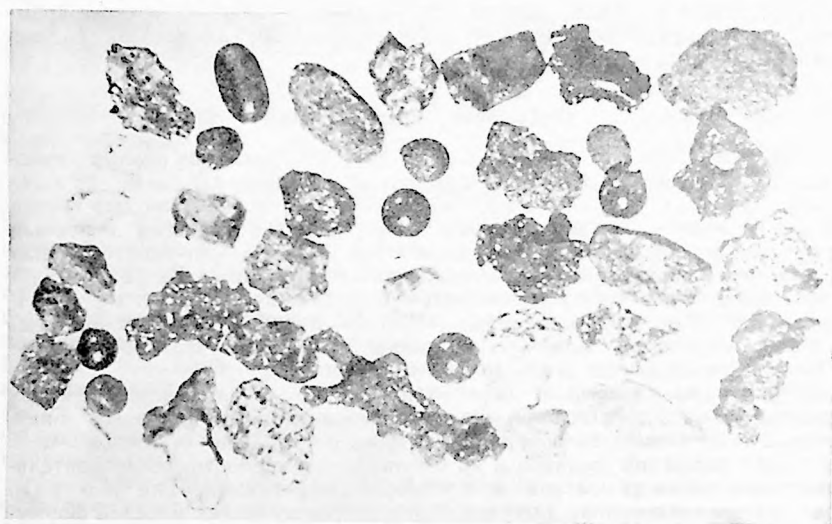


Рис. 24. Различные типы лунного грунта (базальты, шлаки, брекчии, стеклянные шарики, обломки породообразующих минералов), доставленные на Землю «Луной-16»

характер минералообразования. Известен только один лунный минерал — акаганеит, который содержит водород и трехвалентное железо.

Самые первые исследования лунного материала привели ученых к выводу об общей первичной обедненности Луны железом и летучими компонентами по сравнению с Землей. Однако последующие исследования, подтвердив первый из этих выводов, поставили под сомнение второй. В лунных породах уже обнаружены карбонаты, сульфаты и хлориды. Некоторые данные свидетельствуют о возможном проявлении на Луне фумарольной деятельности (выходы на поверхность струй горяче-

го вулканического газа и пара). Характерной чертой лунных пород оказалось наличие в них огромного числа бывших газовых полостей, на стенках которых образовывались хорошо ограниченные кристаллы (возникновение их трудно себе представить без участия газовой фазы). Содержание летучих компонентов (F, Cl, S) в глубинных морских базальтах оказалось значительно выше, чем в породах материковой коры. Все это говорит о том, что обедненность лунных пород водой и летучими компонентами может оказаться вторичной, связанной с различными условиями проявления магматизма (глубокий вакуум и диссипация газов на Луне и отсутствие таковых на Земле), а не с различием их первичного состава.

ЗАЧЕМ ИЗУЧАЮТ ЛУННЫЕ ПОРОДЫ?

Накопленные к настоящему времени материалы сравнительно-планетологических исследований говорят о том, что ранние стадии развития всех планетных тел земного типа были принципиально близки. Другими словами, раннюю историю Луны и планетных тел с незавершенным характером эволюции можно использовать в качестве аналога для построения модели ранней эволюции Земли. Ведь изучаемый геологами период развития Земли — фанерозой (от кембрия до наших дней) — охватывает всего 1,6 из 4,6 млрд. лет жизни Земли. Весь же предшествующий докембрийский период известен несравненно хуже, так как неоднократное наложение последующих процессов магматизма, метаморфизма и метасоматоза (замещение одной минеральной ассоциации другой ассоциацией с изменением состава) на сформированные в это время породы настолько затушевало их первичную природу, что ее выявление порой становится невозможным.

Интерес к этому, самому далекому периоду жизни нашей планеты вполне понятен, ибо именно он предопределил различия в геологической истории разных участков земной коры, в проявлении на ней магматизма и металлогении. Нельзя забывать, что образование более 70% всех полезных ископаемых на Земле связано с докембрийским периодом ее жизни.

Луна имеет тот же возраст, что и Земля, но ее развитие завершилось около 3 млрд. лет назад, и на Луне мы имеем дело как бы с «законсервированной» 1,5—2 млрд. лет назад ранней историей планетного тела, фактически не затушеванной наложением последующих процессов. Мы уже сейчас видим аналогии в составе лунных и земных габбро-анортозитовых комплексов, слагающих первичную кору. Есть также аналогии в составе лунных высокотитанистых базальтов и высокотитанистых земных докембрийских феррогаббро и ферробазальтов. Мы уже сейчас знаем, что базальтоиды архея (древнего докембрия) отличаются от базальтоидов всего последующего фанерозоя низкой степенью окисления железа и преобладанием MgO над суммой окислов железа, т. е. как раз теми особенностями состава, которые характерны для лунных базальтоидов. А ведь именно эти особенности обуславливают широкое развитие на Луне ликвационного отделения (возникновение двух несмешивающихся расплавов) гранитондных расплавов от базальтов и указывают на совершенно иной механизм их формирования в ранние стадии образования коры, чем изучаемый нами в фанерозое на Земле. Сейчас мы находимся лишь в самом начале этого интереснейшего и, пожалуй, самого продуктивного пути познания ранних этапов эволюции нашей планеты.

Выявление определенной этапности в истории формирования лунной коры и ее общность с планетами земного типа невольно поставило перед нами ряд новых вопросов, относящихся к ранним этапам жизни Земли и истории формирования земной коры. Возьмем хотя бы проблему энергетики геологических процессов. Нас теперь не может не волновать вопрос о причинах разной продолжительности активной геологической жизни планетных тел Солнечной системы. Почему она прекратилась на Луне 3 млрд. лет назад, а на Земле продолжается до сих пор? Почему и когда она прекратилась на Марсе и Меркурии? Продолжается ли она на Венере?

Сейчас становится все ясней, что тепло, выделившееся при радиоактивном распаде элементов в недрах планетных тел, отнюдь не единственный источник внутренней энергии планет, что, вероятно, на них действуют источники энергии разной природы, последовательно сменяющие друг друга. Луна нам определенно указывает на то, что первым источником энергии глубинных, магматических процессов на планетах земного типа была энергия аккреции, хотя масштабность проявления этого источника на разных планетах могла быть различной. На смену ему пришла энергия радиоактивного распада. Но выделение ее на планетных телах земного типа, пройдя через максимум, сократилось к настоящему времени в 5 раз, что должно приводить к затуханию активной геологической жизни, как это, вероятно, и было на Луне или Меркурии. Но тогда почему же на Земле до сих пор продолжают активные геологические процессы? Видимо, объяснить это можно лишь тем, что на Земле на смену радиоактивному источнику тепла пришел какой-то новый источник энергии, который не возник на Луне и Меркурии.

Теоретические расчеты советских ученых — члена-корреспондента АН СССР Н. И. Хитарова и О. Л. Кускова — показывают, что на планетах земного типа, кроме энергии радиоактивного распада может существовать энергия химических реакций на границе ядра и мантии (восстановление кремния и растворение его в железоникелевом ядре). Необходимые для этого температура и давление в недрах свойственны только Земле и Венере и не могут быть достигнуты на Луне и Меркурии. Марс занимает промежуточное положение.

Использование Луны как модели для изучения ранних этапов жизни Земли вновь поставило вопрос о возможном габбро-анортозитовом характере первичной земной коры в докембрийских ядрах континентов, о роли процессов ее образования в формировании первичной гидросферы и атмосферы, о горизонтальной и вертикальной неоднородности состава верхней мантии Земли под участками коры с различной историей.

Любая информация о внеземных объектах для нас — геологов и геохимиков — имеет не только научное значение, но и служит действенным средством для расшифровки тех страниц истории Земли, которые мы по тем или иным причинам не можем прочесть, пользуясь только земным материалом.

Нельзя не согласиться со словами американского астронавта Г. Г. Шмитта — первого геолога, проводившего исследования на лунной поверхности: «Луна представляет собой испещренное кратерами и запятое окно в изучении проблем происхождения и эволюции Земли».

В. Л. Барсуков, член-корреспондент АН СССР

«Земля и Вселенная», 1980, № 3.

ПРОБЛЕМЫ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛУНЫ

25—29 сентября 1979 г. в Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГрузССР состоялось Всесоюзное научно-координационное совещание по проблемам астрофизических исследований Луны. Его организаторами были Астрономический совет АН СССР, Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга и Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГрузССР.

Несмотря на бурное развитие прямых методов исследования Луны, дистанционное изучение природы лунной поверхности остается действенным инструментом познания. Данные, полученные непосредственно на Луне, и данные орбитальных или наземных наблюдений часто дополняют и обогащают друг друга.

Астрофизические методы — основные при дистанционном исследовании лунной поверхности. С их помощью можно выполнять глобальное районирование Луны и выделять природные комплексы, изучение которых может дать ответ на принципиальные вопросы происхождения и истории Луны.

Обсудить проблемы астрофизических исследований Луны собрались представители восемнадцати научных учреждений из восьми городов страны. В работе совещания участвовали сотрудники астрономических обсерваторий и институтов, а также учреждений, ведущих научные исследования в области геологии и геохимии, картографии и географии.

Совещание открыл президент Академии наук ГрузССР, директор Абастуманской обсерватории Е. К. Харадзе. Доклад о современном состоянии и перспективах астрофизического направления лунных исследований сделал В. П. Джапиашвили. Он отметил, что в различных учреждениях нашей страны астрофизическими методами получены важные результаты. Астрономы Абастуманской обсерватории завершили обширный комплекс поляриметрических наблюдений Луны. В Государственном астрономическом институте им. П. К. Штернберга выполнены фотометрические исследования Луны с использованием материалов космических съемок. Заканчивается составление спектрозональных и поляриметрических карт видимого полушария нашего естественного спутника. Сотрудники Главной астрономической обсерватории АН УССР на основе спектрофотометрических данных оценили процентное содержание окиси титана в лунном грунте для большого числа участков видимого полушария Луны. Наш естественный спутник наблюдался в сантиметровом диапазоне волн на радиотелескопе РАТАН-600 Специальной астрофизической обсерватории АН СССР. В результате этих наблюдений будут построены «тепловые» карты и выявлены возможные температурные аномалии на Луне. Фотографические наблюдения проводятся на 70-сантиметровом телескопе Астрофизического института АН КазССР. Эти наблюдения положены в основу карт цвета десяти избранных областей видимого полушария Луны. Цветовые и спектральные характеристики многочисленных деталей лунной поверхности, в том числе мест посадок космических аппаратов «Луна» и «Аполлон», определены в процессе наблюдений, выполненных в Астрономической обсерватории Харьковского государственного университета. Обращенное к нам лунное полушарие отображено также на двух цифровых картах цвета, созданных сотрудниками этой обсерватории.

Важное значение для развития астрофизических исследований имеют работы, которые астрономы выполняют в содружестве с геофизиками и картографами. В Астрономическом совете и Институте геохимии и аналитической химии АН СССР произведены расчеты моделей перемешивания реголита. В Институте физики Земли АН СССР разработана модель внутреннего строения Луны, в которой учтены современные данные прямых и дистанционных исследований естественного спутника. Сотрудники Центрального научно-исследовательского института геодезии, аэросъемки и картографии осуществляют типологическое районирование лунной поверхности на основе данных наземных и космических съемок. Карта распределения нестационарных явлений, карта тепловых свойств поверхности, карта-схема тепловых аномалий видимого полушария Луны составлены в Московском институте инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. Карты имеют единую математическую основу и одинаковый масштаб. В Институте геохимии и аналитической химии АН СССР и в Астрономической обсерватории Харьковского университета исследовались особенности отражения света от образцов лунного грунта, доставленных автоматическими станциями «Луна-16», «20» и «24».

Участники совещания обсудили различные проблемы астрофизических наблюдений Луны. Успехам лунной фотометрии посвятил свое выступление автор статьи. Фотографическая фотометрия космических снимков Луны позволила измерить величину «эффекта оппозиции», т. е. резкого увеличения яркости деталей лунной поверхности в истинное полнолуние. Как известно, настоящее полнолуние с Земли не наблюдается. При фазе, несколько меньшей 1° , уже начинается затмение. Поэтому измерить яркость Луны и деталей ее поверхности в фазе истинного полнолуния можно только с помощью космических аппаратов. В результате фотометрического изучения обратного полушария Луны составлена карта альbedo, охватывающая 80% лунной поверхности. Детальное исследование распределения яркости по видимому диску Луны при различных фазовых углах привело к построению пространственной индикатрисы рассеяния света лунной поверхностью. Уточнены фундаментальные фотометрические характеристики Луны — звездная величина в полнолуние ($-12,88^m$), величины геометрического (0,147) и сферического альbedo (0,075).

Л. А. Акимов сделал обзор спектрофотометрических и калориметрических исследований Луны. Для тематики наземных наблюдений видимого полушария Луны сейчас характерны широкое использование спектрозональной съемки и исследование распределения энергии в спектрах излучения, отраженного отдельными деталями лунного рельефа. Во время наблюдений, которые проводились на отечественных и зарубежных обсерваториях, астрономы обнаружили зависимость между спектральной яркостью объектов и основными типами лунных пород. Карты цвета, показывающие разность яркости одних и тех же участков Луны в различных длинах волн, позволяют предварительно оценить, какими породами сложена поверхность изучаемых районов.

Результаты поляриметрических исследований Луны были освещены в докладах В. П. Джапиашвили и А. Н. Короля «О поляриметрическом атласе Луны» и О. И. Кварацхелия «Поляриметрические исследования Луны». Давно известно, что свет, отраженный лунной поверхностью, оказывается частично поляризованным. В общем потоке отраженного Лунной света, где колебания волн происходят во всех направлениях, выделяется пучок лучей с волновыми колебаниями в одной определенной плоскости. Измеряемая специальными приборами степень поляризации

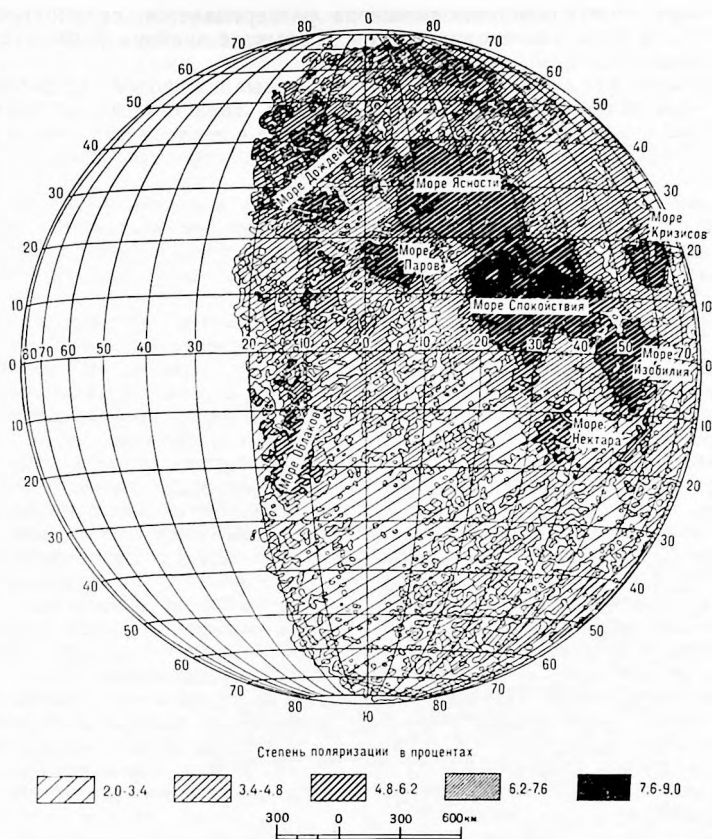


Рис. 25. Поляриметрическая карта Луны, составленная в Институте географии им. Вахушти АН ГрузССР по материалам наблюдений, которые проводились в Абастуманской астрофизической обсерватории. Более темный цвет на карте соответствует большей степени поляризации. Свет, отраженный от морских областей, поляризован сильнее

лунного света зависит от фазы и неодинакова для различных образований на поверхности. Природа описанного явления до конца еще не выяснена, поэтому так актуальны поляриметрические наблюдения.

Благодаря оригинальной методике и аппаратуре в Абастуманской астрофизической обсерватории достигнута полная автоматизация и высокая точность как самих поляриметрических наблюдений, так и их обработки. На протяжении ряда лет под руководством В. П. Джапиашвили было разработано и изготовлено несколько типов поляриметрических приборов. Наиболее эффективным оказался многоканальный поляровизор-дискриминатор, который предназначен для одновременного измерения степени поляризации и угла плоскости поляризации по диску Луны в различных фазах. Поляровизор-дискриминатор применяется в комбинации с 40-сантиметровым рефрактором. Изображение

Луны в фокальной плоскости телескопа разворачивается сканирующим устройством и поступает в анализатор. На выходе прибора формируется поляризационное изображение Луны.

Поляриметрический атлас составлен впервые в мировой астрономической практике (рис. 25). На его 21 карте представлена динамика изменений максимальной степени поляризации в зависимости от фазы Луны. В распределении поляризации по диску Луны выявляются закономерности, которые можно связать с формами рельефа. Вместе с тем некоторые детали поляризационной картины не ассоциируются с топографическими подробностями. Несомненный интерес вызывает также детальное изучение зависимости степени поляризации объектов от их альбедо. Карты, вошедшие в атлас, отличаются высоким качеством картографического исполнения.

Полнота и достоверность представлений о природе отдельных районов Луны определяются не только качеством доступной информации, но и ее разнообразием. В своем докладе А. Т. Базилевский показал, насколько перспективны комплексные программы изучения Луны астрофизическими и геологическими методами. Примером могут служить исследования, выполненные в кратере Лемонье «Луноходом-2», или оптические исследования районов посадки автоматических станций «Луна-16», -20 и -24», а также измерения отражательных свойств образцов, доставленных на Землю этими аппаратами. По мнению участников совещания, в ближайшее время следует разработать согласованную систему параметров, определяющих фотометрические и спектрофотометрические свойства лунной поверхности. Необходимой становится и система диагностических признаков, которые позволят, исходя из лабораторных исследований грунта, вести дистанционное изучение лунной поверхности астрофизическими методами. Участники совещания высказались за дальнейшее развитие тематического картирования Луны.

Успешной работе Всесоюзного научно-координационного совещания по проблемам астрофизических исследований Луны во многом способствовало внимание со стороны руководства Абастуманской обсерватории и ее директора, члена-корреспондента АН СССР Е. К. Харадзе, который принимал самое активное участие во всех заседаниях и в разработке итоговых документов совещания.

В. В. Шевченко, кандидат физико-математических наук
«Земля и Вселенная», 1980, № 4.

НЕОБЫЧНОЕ СВОЙСТВО ЛУННОГО РЕГОЛИТА

В ноябре 1979 г. Государственный комитет СССР по делам открытий и изобретений регистрировал открытие «Свойства неокисляемости ультрадисперсных форм простых веществ, например железа, титана, кремния, находящихся на поверхности космических тел, например, лунного реголита».

Это открытие было сделано группой исследователей, работающих в Институте геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского, Институте общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова, Институте геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР и Институте металлофизики АН УССР. История открытия такова. В сентябре 1970 г. советская автоматическая станция «Луна-16» доставила на Землю образцы рыхлого грунта с поверхности

Луны. По инициативе и под руководством академика А. П. Виноградова были начаты интенсивные исследования лунного реголита всеми доступными физическими, химическими и минералогическими методами. Среди многих других решили применить новый метод изучения состава и структуры образцов — метод рентгеноэлектронной спектроскопии. Время рождения метода — начало 60-х годов, но широкое применение его с использованием современной сложной аппаратуры приходится на 70-е годы.

Принцип метода прост (рис. 26, 27). Монохроматическое, т. е. строго определенной длины волны (и, следовательно, энергии $h\nu$) излучение направляется на образец, в котором среди прочих имеются атомы с электронными уровнями, обозначаемыми квантовыми числами $1s$, $2s$, $2p$ и т. д. Излучение выбивает из каждого уровня электрон, который приобретает кинетическую энергию $E_{кин}$. Эта энергия измеряется с высокой точностью специальным спектрометром. Она равна разности между энергией падающего излучения и энергией электрона на том или ином уровне ($1s$, $2s$, $2p...$). Поэтому появляется возможность определить энергию электрона.

Точно измеряемая энергия электронного уровня зависит от его валентности, окружающих атомов и т. д. Это значит, что можно определить, в каком веществе и каком состоянии находится атом, спектр которого регистрируется. Кроме того, электроны могут быть вырваны только из поверхностного слоя вещества толщиной меньше $0,005$ мкм. Поэтому метод служит инструментом изучения состояния поверхности образца.

Для исследования взяли небольшую часть мелкого лунного грунта, уже находившегося на воздухе в течение нескольких месяцев. До начала этой работы, в которой участвовали академики А. П. Виноградов и Н. М. Жаворонков, доктор химических наук В. И. Нефедов, доктор химических наук В. С. Урусов, было известно, что в лунном реголите содержатся различные модификации металлического железа — отдельные кусочки метеоритного происхождения и мелкодисперсное железо, происхождение которого предстояло выяснить. Поскольку общая концентрация металлического железа намного меньше концентрации окисленного железа лунных минералов (всего около процента), а металлическое железо, находившееся в контакте с воздухом, быстро покрывается защитной пленкой окислов, предположили, что в рентгеноэлектронном спектре линия, соответствующая неокисленному железу, должна отсутствовать.

Эксперимент, однако, опроверг это мнение. Наличие неокисленного железа подтверждают опыты по растиранию образцов реголита, а также ионное травление, в результате которых снимается поверхностный слой вещества. При растирании вскрываются внутренние, подповерхностные зоны частиц. Такое же действие производит высокоэнергетический пучок ионов инертного газа, например гелия или аргона, который как бы «сдувает» поверхностный слой вещества. Оказалось, что, после того как растиранием или ионным травлением был удален поверхностный слой, на рентгеноэлектронном спектре исчез и максимум, показывающий присутствие неокисленного железа.

Парадоксальность этого результата заключена в том, что обычное металлическое железо (и нержавеющие стали) в течение очень короткого времени (от минут до суток) покрывается слоем окиси толщиной $0,005$ мкм и больше, что вообще не позволяет фиксировать рентгеноэлектронным методом наличие металлической формы на поверхности.

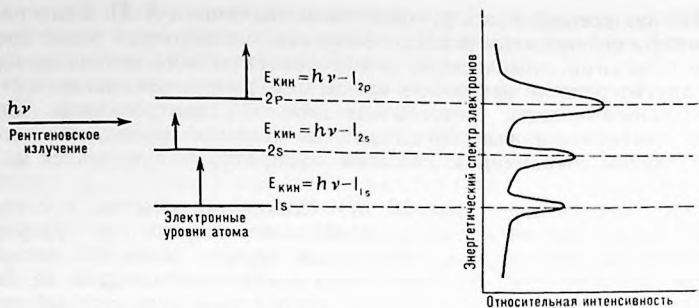


Рис. 26. Принцип рентгеноэлектронного метода

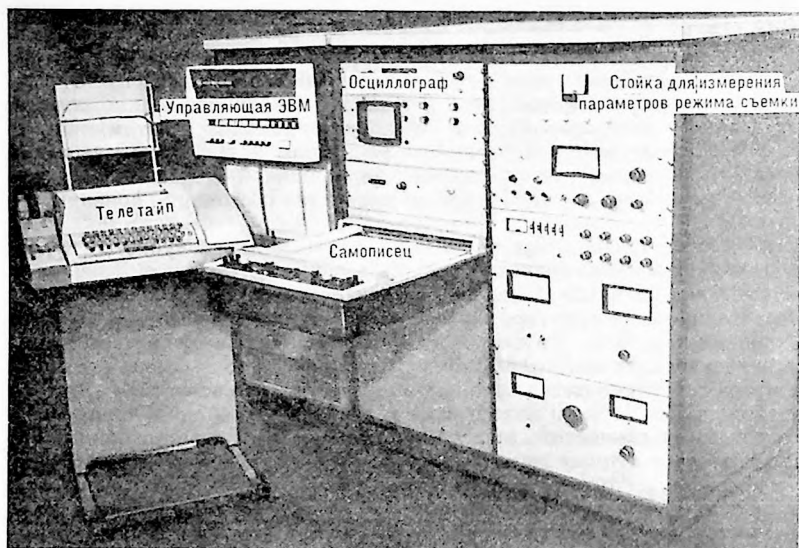


Рис. 27. Аппаратура, используемая в рентгеноэлектронном методе

За сутки первоначально чистая металлическая поверхность чистого железа (99,9%), полученная травлением в аргоне, в основном окисляется, а после нескольких недель выдержки на воздухе окисляется полностью (рис. 28—30).

Аналогичный эффект был обнаружен и для простых форм титана и кремния в частицах реголита. Оказалось, что на поверхности частиц реголита, кроме элементарного железа (не связанного с другими химическими элементами) присутствуют еще и элементарные титан и кремний, а возможно, и алюминий, которые также в течение длительного времени не подвержены окислению после переноса их из космического вакуума в земную атмосферу.

В этой работе участвовали член-корреспондент АН СССР В. Л. Барсуков, член-корреспондент АН УССР В. В. Немошкаленко, доктор гео-

лого-минералогических наук О. А. Богатиков, кандидат геолого-минералогических наук А. В. Иванов, доктор физико-математических наук В. Г. Аleshin, кандидат геолого-минералогических наук Ю. П. Диков. После опубликования в 1977—1978 гг. материалов, полученных этими авторами, стало ясно, что свойство неокисляемости очень мелких частиц простых веществ на поверхности Луны довольно общее и что только недостаточная чувствительность современных методов исследования не позволяет обнаружить подобное состояние других элементов — никеля, кобальта, хрома и т. п.

Перед авторами открытия, конечно, возник вопрос о происхождении этих совершенно необычных для аналогичных земных пород (базальтов) форм элементарных веществ. Присутствие их только в поверхностных слоях частиц указывает на вторичность, т. е. восстановление первоначально окисленных железа, титана, кремния. Детальное исследование минералогии и химии лунного реголита приводит к заключению, что возникновение обнаруженных в поверхностных слоях частиц лунного реголита, восстановленных до элементарного состояния форм ряда элементов, связано с воздействием окружающего космического пространства. Основным фактор — действие солнечного ветра, космических лучей и микрометеоритов, которые непрерывно в течение многих миллионов лет бомбардируют ничем не защищенную лунную поверхность.

Можно назвать несколько причин, способных приводить к пассивации (увеличению коррозионной устойчивости) поверхности, подвергнутой подобному воздействию. Во-первых, ионная бомбардировка в лабораторных условиях или солнечный ветер в условиях космических могут уничтожить в результате распыления или блокировать активные центры (возбужденные атомы или какие-нибудь примеси), способствующие окислению. Во-вторых, изменение поверхностного слоя может приводить к образованию очень тонкого слоя аморф-

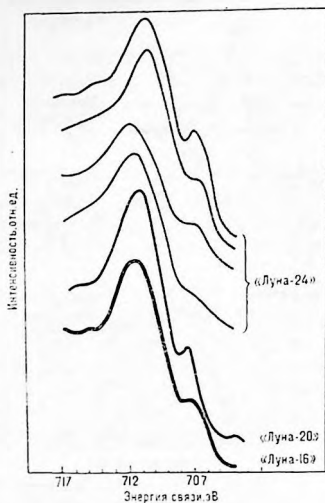


Рис. 28. Рентгеноэлектронные спектры $\text{Fe}2p$ (энергетическое положение уровня с квантовыми числами $2p$ в атоме железа) образцов лунного реголита, доставленных советскими автоматическими станциями. Первый максимум свидетельствует о наличии неокисленного железа в концентрации 10—15% от общей концентрации железа в поверхностном слое толщиной около 100 Å

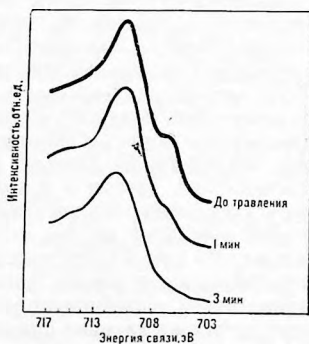


Рис. 29. Рентгеноэлектронные спектры $\text{Fe}2p$ лунного реголита, подвергнутого травлению ионами Ar^+ . После 3-минутного травления, когда удаляется слой поверхности около 100 Å, максимум, показывающий наличие неокисленного железа, исчезает



Рис. 30. График процесса окисления чистого железа в течение месяца

теоритная бомбардировка. Несомненно, такой процесс должен быть характерным для всех тел Солнечной системы, лишенных атмосферы.

Авторы получили доказательства уменьшения концентрации восстановленных элементов по мере перехода к более глубоким и менее переработанным зонам колонки реголита. Если реголит интенсивно перемешивался в результате бомбардировки метеоритами, то изменение концентрации восстановленных элементов с глубиной становится индикатором интенсивности этих процессов и «экспозиционного возраста» реголита.

Изменение состава поверхности частиц реголита, в частности восстановление элементов, приводит к изменению ряда других свойств поверхности Луны и космического вещества в целом. В первую очередь это относится к величине альбедо реголита.

Как уже отмечалось выше, различные факторы могут приводить к повышению устойчивости металла к поверхностному окислению. Несомненно, что для частиц лунного реголита большую роль играют также подложка, на которой находятся частицы железа, сам процесс получения этих частиц в условиях сверхвысокого вакуума, солнечного ветра и микрометеоритной бомбардировки. Совокупность всех этих воздействий и условий трудно в точности воспроизвести в лабораторных условиях. Но при моделировании солнечного ветра ионным облучением в определенных условиях можно получать металлургические поверхности с повышенной устойчивостью к окислению. Такой способ обработки поверхности уже находит практическое применение.

В. Л. Барсуков, член-корреспондент АН СССР;

О. А. Богатиков, доктор геолого-минералогических наук;

В. И. Нефедов, доктор химических наук

ПОЧЕМУ НЕ РЖАВЕЕТ ЛУННОЕ ЖЕЛЕЗО

Исследование Луны, планет Солнечной системы принадлежит к числу важнейших задач современной науки. Огромная роль в ее разрешении отводится космическим аппаратам. Полеты советских межпланетных станций к Луне, Венере и Марсу вписали яркие страницы в летопись мировой космонавтики.

Десять лет назад наши ученые и конструкторы успешно решили принципиально новую задачу — полет автоматического аппарата на другое небесное тело, взятие образцов грунта и возвращение на Землю. В результате открылись широкие перспективы на пути дальнейшего исследования Луны и планет.

Специалисты нашего института с нетерпением ждали посадки возвращаемого аппарата автоматической станции «Луна-16». Одно за другим поступали сообщения: аппарат на Земле, доставлен в Москву, из него извлечен контейнер с лунным веществом. Наконец контейнер в специальной лаборатории. Его помещают в приемную камеру. Чтобы исключить взаимодействие лунного вещества с активными компонентами земной атмосферы — кислородом, водой, в камере создают высокий вакуум, а затем ее заполняют гелием.

Не отрываясь следим за действиями оператора. Он вскрывает контейнер и извлекает из него бур, покрытый слоем лунной пыли. И вот вещество на просмотровом лотке.

Так вот он какой, грунт Луны! Очень темное и мелкозернистое вещество, которое в зависимости от направления света приобретает то зеленоватый, то буроватый оттенок.

То, во что еще недавно трудно было поверить, случилось — вещество Луны, небесного тела, удаленного от нас почти на 400 000 км, перед нами. Теперь его можно было исследовать всеми известными и неизвестными способами.

Стало ясно, что отныне далекие планеты и другие небесные тела доступны непосредственному изучению. И все понимали, какие удивительные открытия ожидают ученых на этом пути.

Геологи располагают сейчас образцами пород из девяти различных районов Луны. Доставлены они советскими автоматическими станциями «Луна-16, -20, -24» и американскими космическими экспедициями. Пробы, взятые на видимой стороне Луны, относятся как к «морским», так и к материковым районам нашего естественного спутника.

Лунные «моря» — это гиганские котловины, заполненные когда-то лавой. Поверхностные породы лунных «морей» составляют преимущественно базальты. Они образовались как наиболее легкоплавкая часть при проплавлении внутреннего вещества Луны.

Базальты различных «морских» районов Луны отличаются содержанием некоторых химических элементов. В них много железа, титана, магния и очень мало щелочных металлов, особенно калия и рубидия. В основном их состав приближается к примитивным базальтам Земли. Правда, встретились здесь (главным образом, в Океане Бурь и Море Дождей) некоторая экзотическая порода, получившая название KREEP-базальтов. Она имеет высокое содержание радиоактивных редкоземельных и некоторых других элементов по сравнению с обычными лунными породами.

По внешнему виду базальты лунных «морей» — это черные мелкозернистые кристаллические породы.

В отличие от «морей» лунные материкки представляют собой образования самой древней геологической стадии развития Луны — стадии, непосредственно следующей за акрецией лунного вещества из первичного протопланетного газопылевого облака. Изучение строения вещества лунных материков открывает завесу над ранними этапами развития Солнечной системы.

Основу материковой части лунной коры образует порода, состоящая главным образом из аналогов нашего земного анортозита. Она более светлая, чем базальт, содержит значительно больше алюминия, кальция и меньше железа, титана. Материковые области сформировались до эпохи образования лунных морей, примерно 4—4,6 млрд. лет назад.

На Земле следы событий, происходивших в такие ранние стадии ее жизни, стерты активными геологическими и биологическими процессами. А сведения об этом нужны для того, чтобы понять закономерность развития планетных тел Солнечной системы.

Поверхность Земли вследствие высокой тектонической активности, атмосферных явлений и биологических процессов постоянно и довольно быстро изменяется. Под многометровыми наносами песка, грунта оказываются погребенными следы древних цивилизаций. Под воздействием землетрясений, осадков, ветра, разности температуры разрушаются даже горы.

На Луне иная картина. Оказалось, что верхний слой вещества толщиной в несколько сантиметров лежит на поверхности Луны не менее 10 млн. лет, а слой толщиной в 1—2 м — не менее 600 млн. лет. Происходит это потому, что поверхностный слой Луны изменяется очень медленно. На открытой поверхности Луны скорость эрозии, разрушения породы составляет примерно одну миллионную часть миллиметра в год. Пройдут миллионы лет, прежде чем космические аппараты, доставленные на нашу небесную соседку, превратятся в лунную пыль. А на Земле от них не осталось бы следа уже через несколько столетий.

Несмотря на то что на поверхности Луны встречаются куски плотной кристаллической породы, всюду, где совершали посадку космические аппараты, верхний слой поверхности Луны рыхлый. Предполагают, что такое положение повсеместно.

Рыхлый разнородный обломочно-пылевой слой материала называется реголитом. Его толщина на Луне колеблется от долей метра в крупных свежих кратерах до 10 м (а по некоторым оценкам и более) в материковых районах.

Слой реголита на поверхности Луны возник в результате дробления, перемешивания и спекания коренной лунной породы под воздействием ряда космогенных факторов: ударов крупных и мелких метеоритов, космических лучей и солнечного ветра, глубокого вакуума и ряда других. Вследствие влияния солнечного ветра реголит насыщен нейтральными газами.

Исследованы уже многие свойства вещества, доставленного с Луны, в том числе его минеральный и химический состав, отражательная способность, свечение под воздействием заряженных частиц, рентгеновского и ультрафиолетового излучений. Изучались магнитные свойства лунного грунта. Результаты исследований показывают, что лунная порода, вероятно, затвердела в значительно более сильном магнитном поле, чем то, которое регистрируется у Луны сейчас.

Ученые Харьковского государственного университета изучали связь между оптическими и химическими характеристиками лунных пород. Их работа, длившаяся 7 лет, завершилась созданием уникальной кар-

ты грунтов видимого полушария Луны. Оказалось, что по характеристикам света, отражаемого различными участками лунной поверхности, можно с определенной степенью приближения определять химический состав ее покрова, а значит, прогнозировать места скопления тех или иных минералов.

Несмотря на то что лунные породы в главных своих свойствах сходны с земными, по ряду второстепенных, но очень важных параметров они заметно отличаются друг от друга. Это свидетельствует об особых условиях их формирования. Так, лунные породы фактически не содержат воды — в них ее в тысячи раз меньше, чем в земных.

Исследуя лунный реголит, группа советских ученых из Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР, Института общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова АН СССР, Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР и Института металлофизики АН УССР установила, что в поверхностных слоях лунного реголита присутствуют мельчайшие частицы металлического железа, титана и кремния, которые сохраняются и на Земле, в атмосфере кислорода, т. е. не окисляются. Среди земных пород такого явления не наблюдается.

Неокисляемость обусловлена ультрадисперсными частицами ряда элементов, образовавшимися в результате восстановления космического вещества под длительным воздействием солнечного ветра и микрометеоритов в условиях космического вакуума.

Достижение советских ученых — существенный вклад в раскрытие механизма взаимодействия между космическими телами и космосом. Его практическое значение состоит в следующем. Если в земных условиях создать искусственным путем солнечный ветер и воздействовать им на поверхность металлов, то в результате ионной бомбардировки значительно увеличивается коррозионная стойкость. В ряде специальных областей этот способ обработки металлических поверхностей уже находит практическое применение.

Важное значение имеет открытие и для фундаментальных космохимических исследований. Появление в поверхностных слоях Луны и других небесных тел, например Меркурия, спутников Марса, не защищенных атмосферным чехлом от воздействия космического излучения, мелких частиц металла может заметно изменять оптические свойства их поверхности. Причем количество таких частиц будет зависеть от времени воздействия излучения. Это значит, появляется возможность определения возраста экспозиции поверхностных пород. А оптические свойства очень важны для дистанционного определения химического состава поверхности внеземных тел.

До получения лунного грунта возраст Луны оставался загадкой. Исследования пород, взятых из различных ее районов, показали, что все они образовались от 3,2 до 4,6 млрд. лет назад. Возраст самых древних образцов лунной породы совпадает с возрастом Земли и некоторых каменных метеоритов. Это позволяет предположить, что примерно 4,6 млрд. лет назад происходили конденсация вещества протопланетного облака и формирование тел Солнечной системы, что Луна образовалась приблизительно одновременно с Землей и другими планетами. Как известно, с помощью космических аппаратов проведены первые исследования грунта Венеры и Марса. Советская автоматическая станция «Венера-8» была первым земным пришельцем на поверхности раскаленной Венеры. Приборы станции измерили здесь концент-

рацию изотопа калия-40, а также радиоактивных элементов тория и урана.

Более широкий цикл исследований был проведен с помощью приборов, установленных на спускаемых аппаратах автоматических станций «Венера-9» и «Венера-10». Они передали на Землю уникальные фотопанорамы планеты, сведения о химическом составе и плотности венерианского грунта. Ученые института геохимии и аналитической химии АН СССР применили для исследования гамма-радиационный метод и провели измерения плотности грунта в месте посадки спускаемого аппарата «Венера-10». До этого он был успешно применен при исследовании лунного грунта на станции «Луна-13». Измерения показали, что плотность каменной плиты, на которую опустился датчик плотномера, равна $2,8 \text{ г/см}^3$.

Состоялись первые исследования марсианского грунта. На посадочных блоках аппаратов «Викинг-1» и «Викинг-2» находились фототелевизионные установки, установки для исследования молекулярного состава грунта и рентгеновские флуоресцентные спектрометры. Выяснилось, что основной элемент марсианского грунта, как земного, так и лунного, — кислород (примерно 50%), затем идет кремний (15—30%), а третьим по распространенности элементом является железо (12—16%), а не алюминий, как на Земле, где его содержание составляет 7,5%.

По мнению американских специалистов, пробы грунта, подвергшиеся анализу, отражают состав не данных участков, а представляют собой хорошо перемешанные в глобальном масштабе продукты выветривания. Эта однородная смесь свидетельствует о глубокой эволюции, возможно, типичной для большей части Марса. По-видимому, полученные образцы марсианского грунта являются продуктами выветривания базальтовых, а не гранитных пород. Это может означать, что на планете мало обнаженных пород, т. е. дифференциация Марса не зашла еще так далеко, как на Земле, и как можно было предположить по наблюдаемым следам вулканической активности на Марсе.

Всякий раз, приступая к исследованию грунта, доставленного на Землю, специалистов охватывает желание установить, нет ли в нем чего-либо такого, что еще не известно науке. Хочется понять, какие преобразования претерпевает вещество другого небесного тела в процессе эволюции. И, конечно, не менее интересно узнать, каким было то исходное вещество, из которого образовались планеты.

Проведенные исследования расширили наши знания в этих областях. Но мы пока только в самом начале пути к открытию этих тайн природы. И, естественно, хочется копать как вглубь, так и вширь. Хочется посмотреть, что собой представляют космическая пыль, вещество комет, астероидов. В их изучении — раскрытие секрета преобразования материи, тайны рождения небесных тел.

Страсть познавать новое у человека извечна. Стремление проникнуть в космос всегда было присуще ученым. Теперь у них есть для этого широкие возможности. И нет сомнений в том, что на этом пути нас ожидают многие удивительные открытия.

А. Иванов, кандидат геолого-минералогических наук
«Авиация и космонавтика», 1980, № 6.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНЕРЫ

ТОЧНОСТЬ — АСТРОНОМИЧЕСКАЯ

Начало 60-х годов ознаменовалось появлением и бурным развитием новой ветви астрономической науки — радиолокационной планетной астрономии. В апреле 1961 г., когда Венера и Земля, совершая свой путь вокруг Солнца, в очередной раз оказались на минимальном удалении друг от друга, в Советском Союзе, США и Англии была впервые осуществлена успешная радиолокация Венеры. (Попытки лоцировать Венеру предпринимались за рубежом и ранее, но успеха не имели.)

В СССР радиолокационные наблюдения Венеры были проведены с помощью планетного радиолокатора, созданного Институтом радиотехники и электроники АН СССР совместно с рядом организаций на технической базе Центра дальней космической связи в Крыму. По измеренному запаздыванию эхо-радиосигнала впервые было выполнено прямое определение расстояния между двумя планетами Солнечной системы. В 1962—1964 гг. радиолокация Венеры была продолжена, причем со значительным повышением точности измерений. В это же время были проведены первые радиолокационные наблюдения Меркурия и Марса. Главный результат этих экспериментов заключался в установлении действительных размеров Солнечной системы.

Напомним, что при описании движения планет в астрономии в качестве единицы длины служит среднее расстояние от Земли до Солнца, получившее название астрономической единицы. Расстояние между планетами в любой момент времени ученые научились рассчитывать в астрономических единицах относительно точно уже много лет назад. Однако сама единица, неоднократно определявшаяся ранее различными косвенными способами, была известна с ошибкой 50—70 тысяч километров. Прямые радиолокационные измерения расстояния от Земли до Венеры и Марса позволили уменьшить к 1965 г. эту ошибку почти в 1000 раз. Такой фундаментальный результат, помимо большой научной ценности, имел важное практическое значение, так как без уточнения астрономической единицы нельзя было надеяться на успешное осуществление межпланетных перелетов.

В то же время радиолокационные наблюдения планет показали, что и после уточнения астрономической единицы остаются заметные расхождения между проведенными измерениями и расстояниями, вычисленными по классическим теориям движения планет. Ошибки здесь доходят до нескольких сотен километров. Это существенно затрудняло решение навигационных задач при полетах к планетам. Настоятельно требовалось создание новых, высокоточных теорий движений планет, построенных на основе радиолокационных наблюдений. Решить эту задачу — означало сделать после уточнения астрономической единицы второй крупный шаг в изучении динамики Солнечной системы. Но для этого надо было прежде всего накопить необходимый объем исходной измерительной информации.

Радиолокационные наблюдения планет, регулярно проводившиеся в следующем десятилетии в Советском Союзе, а также радиолокационные наблюдения, выполненные в США до 1971 г. (затем американские ученые перестали публиковать результаты этих наблюдений), позволили в основном обеспечить получение этой информации. К ней добавились и измерения параметров движения искусственных тел Солнечной системы — автоматических межпланетных станций (АМС), запущенных в СССР в этот период.

Систематическая работа по совершенствованию основных устройств планетного радиолокатора Центра дальней космической связи и методов первичной обработки отраженного сигнала позволила повысить первоначальный потенциал радиолокатора в 70 раз, а среднюю ошибку измерения расстояний уменьшить в 2—3 тысячи раз, доведя ее до нескольких сотен метров. Поэтому к 1976 г. было накоплено достаточное количество высокоточных измерений, позволившее приступить к созданию новых теорий движения Венеры, Земли и Марса.

В 1976—1978 гг. Институт радиотехники и электроники АН СССР совместно с рядом организаций и Институт прикладной математики АН СССР им. М. В. Келдыша построили на основе радиолокационных наблюдений теории движений Венеры и Земли. При этом были использованы также оптические наблюдения, выполненные Николаевской обсерваторией АН СССР и Морской обсерваторией США, и измерения параметров движения АМС «Венера-9» и «Венера-10».

Экспериментальная проверка этих теорий, выполненная в конце 1978 г. при очередной радиолокации Венеры, показала, что при прогнозировании на 3—4 года теории описывают радиальное геоцентрическое движение Венеры с ошибками не более 3—6 км, в то время как использование классических теорий приводит к ошибкам до 500 км. Можно сказать, что известное выражение «астрономическая точность» наполнилось теперь новым содержанием.

При запусках в 1978 г. АМС «Венера-11» и «Венера-12» все навигационные расчеты проводились впервые на основе новых теорий движения Земли и «Утренней звезды». Измерения параметров движения этих АМС в свою очередь подтвердили высокую точность новых теорий. В 1979—1980 гг. в указанных научных коллективах была проведена обработка радиолокационных и оптических наблюдений Марса, в результате которой точность описания радиального геоцентрического движения «красной» планеты увеличилась по сравнению с классическими теориями в 10—20 раз.

В этих работах вместе с элементами орбит определялись радиусы лоцируемых планет и проводилось дальнейшее уточнение астрономической единицы. Сейчас эта одна из фундаментальных постоянных астрономии известна с точностью в несколько километров.

По радиолокационным наблюдениям Венеры были, кроме того, определены отражательные характеристики поверхности планеты и изучен ее рельеф для областей, ответственных за отражение радиосигналов. Обнаруженные максимальные перепады высот составили около 2 км. Установлено существование на Венере меридионально-ориентированных топографических образований протяженностью более тысячи километров.

Дальнейшее развертывание исследований по изучению Солнечной системы методами радиолокационной планетной астрономии требовало применения новых технических средств. Как уже сообщалось, в Центре дальней космической связи вступил в строй радиотелескоп с диа-

метром зеркала антенны 70 м. Это — самая большая в мире полноповоротная приемопередающая многодиапазонная антенна. В ее конструкции применен ряд оригинальных решений, позволяющих свести к минимуму деформации поверхности зеркала под влиянием собственной массы при перемещениях и увеличить способность противостоять ветровым нагрузкам. Наведение антенны в заданную точку небосвода и сопровождение планет производится с помощью ЭВМ. При этом автоматически учитываются деформации зеркала. Антенна предназначена как для использования в радиотехническом комплексе, обеспечивающем управление межпланетными космическими аппаратами в пределах Солнечной системы и обмен с ними всеми видами информации, так и для радиолокации планет.

Создание такого уникального радиотелескопа было результатом большого труда ученых, инженеров и рабочих многих научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и заводов нашей страны. Новая антенна, более мощные передатчики и малощумящие высокочувствительные приемные устройства увеличили потенциал планетного радиолокатора еще в 50 раз, что значительно расширило возможности радиолокационных наблюдений.

В феврале — апреле 1980 г. с помощью усовершенствованного планетного радиолокатора были проведены радиолокационные наблюдения Меркурия, Венеры и Марса. Они охватили значительные участки орбит планет. Полученная высокоточная измерительная информация существенно дополнила результаты прежних радиолокационных наблюдений, в особенности Меркурия и Марса. Тем самым была создана реальная основа для построения единой теории движения внутренних планет Солнечной системы по всей совокупности имеющихся наблюдений. Над решением этой задачи работают сейчас наши ученые.

В радиолокационных наблюдениях 1980 г. были получены также новые сведения о рельефе и отражательных свойствах поверхностей планет. Венера исследовалась вдоль экватора на трассе длиной 14 тыс. км. На Марсе проведены измерения профиля высот вдоль 21-й параллели северной широты.

В Основных направлениях развития народного хозяйства СССР, принятых XXV съездом партии, подчеркивалась необходимость среди прочих научных направлений развивать теоретические и экспериментальные исследования в области радиофизики и астрономии. Сейчас, когда мы готовимся к XXVI съезду КПСС, можно сказать, что советские ученые сумели решить одну из важных задач фундаментальной науки.

В. Котельников, академик

«Правда», 20 октября 1980 г.

ВЕНЕРА ГЛАЗАМИ ЭВМ

Взять «пробу» венерианского грунта, не покидая пределов Москвы, смогли советские ученые. На основе оригинальной методики им удалось рассчитать возможный минеральный состав поверхностных пород «Утренней звезды».

— Сегодня наука располагает ценнейшей информацией о составе и свойствах атмосферы и облаков ближайшей соседки Земли. Имеются уникальные телепанорамы ее поверхности, переданные в 1975 г. советскими станциями «Венера-9» и «Венера-10», — сказал в беседе с кор-

респондентом ТАСС директор Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР, член-корреспондент АН СССР В. Барсуков. — Мы знаем, что это исключительно суровая планета. Атмосфера ее состоит на 97% из углекислого газа, давление на поверхности достигает 100 атм, а температура — плюс 475° С. Однако и по сей день «Утренняя звезда» хранит немало тайн. Все еще неизвестно, из каких пород состоит кора Венеры, ее поверхность. Для правильного же понимания эволюции планеты и Солнечной системы в целом знать это чрезвычайно важно.

Поскольку доставка грунта с Венеры еще долго будет оставаться сложнейшей технической задачей, сотрудники лаборатории термодинамики природных процессов, руководимой доктором химических наук И. Ходаковским, и геологического факультета МГУ пошли по другому пути. В основу их гипотезы легло представление о том, что атмосфера и поверхность Венеры находятся в состоянии, близком к химическому равновесию, а минералы поверхностного слоя являются результатом их взаимодействия с атмосферой при известных там температуре и давлении. Задача заключалась в том, чтобы определить, какие природные соединения будут отвечать равновесию в этих условиях. Такой путь позволил понять, какие минералы могут образовываться в результате тех химических реакций, которые протекают в условиях естественного реактора — поверхности планеты.

В электронно-вычислительную машину ученые заложили программу, включавшую в себя параметры более 90 возможных минералов, в которые могут войти 16 основных элементов в соотношениях, отвечающих наиболее распространенным в земной коре типам пород: базальтам и гранитам. При этом исключались те минералы, например гидроокислы, цеолиты, которых в жестких условиях Венеры заведомо не может быть. Решив поставленную задачу, ЭВМ выдала ответ: названия более 20 минералов и их количественные соотношения, которые наиболее вероятны для поверхностного слоя планеты. Среди них такие распространенные, характерные, видимо, для многих планет Солнечной системы минералы, как пироксены, кварц, полевые шпаты. Были и неожиданности: оказалось, что на Венере могут быть соединения, содержащие связанную воду, а также редко одновременно встречающиеся на Земле пирит и ангидрит.

Пока геохимики не могут сказать о толщине вычисленного ими поверхностного слоя Венеры. Теоретическое решение этого вопроса — задача будущих исследований. Сегодня же, взяв «пробу» планетного грунта с помощью ЭВМ, авторы гипотезы обогатили науку еще одним фактом для размышлений. Наступит день, когда космические аппараты научатся определять химический состав выходящих на поверхность Венеры пород. И кто знает, не перейдет ли тогда сегодняшняя гипотеза в разряд достоверного знания.

В. Овчаров

«Московская правда», 24 сентября 1980 г.

ГАММА-ВСПЛЕСКИ

РЕПОРТАЖ ВЕДУТ МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

Полтора года находятся в космосе советские межпланетные станции «Венера-11» и «Венера-12»... Как известно, в декабре 1978 г. они успешно доставили к «Утренней звезде» два спускаемых аппарата, которые совершили мягкую посадку на ее поверхность. Обеспечив четкую ретрансляцию сигналов с этих зондов на Землю, станции продолжали выполнять собственную научную программу. За прошедший срок с каждой из них проведено почти 200 сеансов связи.

Познакомимся с некоторыми данными, добытыми в глубинах космоса автоматами «Венера». Прежде всего в этих данных заинтересована молодая наука — гамма-астрономия. С ней ученые связывают большие надежды; именно с ее помощью они мечтают решить целый ряд сложных астрофизических проблем: получить сведения о «черных дырах», о новых, сверхновых и нейтронных звездах, «белых карликах» и даже... антивеществе. До последнего времени наука располагала весьма немногочисленной информацией о гамма-всплесках — редких явлениях, изучаемых в течение нескольких лет.

Прошедший год оказался необычайно плодотворным для изучения этих таинственных гамма-всплесков. Если раньше их фиксировали, так сказать, поштучно, то ныне советско-французская аппаратура «Снег», а также советский прибор «Конус», установленные на «Венерах», зарегистрировали около сотни гамма-высышек.

Но самой замечательной датой в исследовании этого явления стал день 5 марта минувшего года: всплеск, который наблюдали 8 космических аппаратов — как советских, так и зарубежных — оказался в 1000 раз мощнее других. Пик импульса излучения длился всего 0,2 с, после чего приборы записали слабый, но более продолжительный «хвост» этого импульса. С большим волнением исследователи увидели ясную картину излучения, похожего на излучение рентгеновского пульсара — быстро вращающейся нейтронной звезды. Оно характеризовалось четким периодом, равным 8 с, причем амплитуда импульсов медленно затухала. Всплеск удалось проследить в течение 2 мин.

Спустя сутки из той же области неба пришел еще один кратковременный всплеск, но уже слабее примерно в 100 раз. Есть подозрение, что «виновником» повторной вспышки был тот же источник: аппаратура «Снег», установленная на двух станциях «Венера» и станции «Прогноз-7», позволила определить его координаты. Источник оказался поразительно близко к остатку вспышки сверхновой звезды в ближайшей к нам иной галактике — Большом Магеллановом облаке. Отождествить источник с каким-либо видимым объектом в нашей Галактике пока не удалось. Тем не менее наиболее вероятно, что пульсар находится «здесь», «недалеко», где-то на расстоянии 100 световых лет. А скорее всего, мы встретились с представителем совершенно нового класса — вспыхивающим рентгеновским пульсаром, находящимся в ближайших окрестностях Солнца. Причиной гамма-всплесков являются, по-видимому, нестационарные процессы, например падение или перетекание вещества из «нормальной» звезды на нейтронную.

Нынешний год — год активного Солнца. Целая серия научных приборов исследует солнечный ветер, межпланетную плазму, процессы солнечной активности, характеристики мощных и слабых хромосферных

вспышек. Детально изучены массовый, энергетический и угловой спектры частиц солнечного ветра.

А совсем недавно с борта станции «Венера-12» проведен весьма интересный космический эксперимент. Известно, что наиболее загадочные небесные тела в масштабах Солнечной системы — «хвостатые звезды» — кометы. Несмотря на то что кометы изучаются многие сотни лет, до сих пор не ясно, где они образуются. Вероятнее всего, комета состоит из ядра: глыбы льда и камня размером 1—10 км. При сближении с Солнцем лед начинает испаряться, и у кометы образуется вначале сферическое галло, а затем «отрастает» хвост, простирающийся на многие десятки миллионов километров.

В феврале 1980 г. в пределах Солнечной системы была открыта новая комета — комета Брэдфилда с периодом обращения вокруг Солнца, равным примерно 300—400 годам. Возникла заманчивая мысль: так развернуть одну из станций, чтобы «увидеть» эту комету с помощью советско-французского прибора — ультрафиолетового спектрометра. Эксперимент был успешно проведен — свечение кометы удалось зарегистрировать. Особенно интенсивно кометы излучают в линиях самого распространенного элемента — водорода. Так что водородная «голова» кометы может иметь размер 10 млн. км, в то же время масса самой кометы ничтожна — в миллионы раз меньше земной. Действительно, кометы — это видимое «ничто»!

Возможно, однако, что кометы представляют собой остатки того строительного материала, из которого 5 млрд. лет назад образовались планеты Солнечной системы. В этом случае их изучение — важный вклад в проблему происхождения Солнечной системы.

В настоящее время «Венера-11» находится от нас на расстоянии в четверть миллиарда километров, «Венера-12» — на шестьдесят миллионов километров ближе.

Важный космический эксперимент продолжается.

*В. Курт, профессор;
М. Юрьев, инженер*

«Советская Россия», 21 марта 1980 г.

В ЗЕРКАЛЕ «УТРЕННЕЙ ЗВЕЗДЫ»

Получение результатов исследований с космических аппаратов — далеко не последний этап работы. После этого, как правило, несколько месяцев, а иногда и лет ученые кропотливо изучают, что за явления стоят за бесчисленными колонками цифр. Напомним, что в декабре 1978 г. к Венере приблизились два советских и два американских аппарата, которые разделились на спускаемые и орбитальные отсеки. Научные эксперименты на новых аппаратах были намного сложнее прежних. Проведенные исследования позволили решить ряд важных научных проблем и, как водится, поставили немало новых.

Одна из них — определение состава атмосферы и облаков Венеры. Уже в 1970 г. стало ясно, что на 96% атмосфера этой планеты состоит из углекислого газа. Что же представляют собой оставшиеся 4%. Десятитысячные доли составляют водяной пар и угарный газ. Недавно стала известна важная роль серосодержащих соединений. Многие эксперименты на новых аппаратах посвящались именно анализу малых составляющих атмосферы Венеры. Верхний ярус венерианских тумано-

подобных облаков, расположенных на высотах 49—70 км, — мельчайшие капли с оптическими характеристиками, соответствующими концентрированной серной кислоте. Поэтому ожидалось, что анализ состава аэрозольных частиц покажет серу. Каково же было удивление, когда в частицах обнаружили прежде всего хлор. Следует, однако, иметь в виду, что облака Венеры состоят по меньшей мере из трех видов аэрозолей и что хлор не может быть их основной составляющей. Состав облаков сложнее, чем предполагалось. По-видимому, там присутствуют более крупные, но малочисленные частицы серы и, кажется, что-то еще. Как образуются эти капельки, пока не вполне ясно.

Обратимся теперь к составу самой атмосферы планеты. Концентрация инертного газа аргона и соотношение между количествами его отдельных изотопов здесь заметно отличаются от земных. Следует пояснить, почему изотопный состав инертных, или благородных, газов на других планетах так интересует ученых. Было время (около 4,6 млрд. лет назад), когда не существовало ни Земли, ни Венеры, ни других планет Солнечной системы. И само Солнце, весьма вероятно, тогда находилось в младенческом состоянии. Несомненно, условия, в которых формировались планеты, были неодинаковыми. Очень упрощая проблему, можно сказать, что протопланетное вещество, более близкое к Солнцу, было горячее, и легкие газы покидали его, скапливаясь в более холодных зонах — на периферии протопланетного облака. К сожалению, узнать что-либо об этих условиях не путем расчетов, в которых заведомо не все учтено, а какими-то экспериментальными методами чрезвычайно трудно. Ведь от той поры почти ничего не осталось, хотя, разумеется, все существо планет прошло через эту стадию. Вероятно, одно из следствий таких различий при формировании планет — крайняя бедность Венеры водой. По сравнению с Землей запасы воды на Венере в тысячи раз меньше, несмотря на общее сходство состава обеих планет. Объяснить это можно тем, что, весьма возможно, именно между орбитами Венеры и Земли проходила граница удержания водяного пара или льда в протопланетных частицах.

Поэтому особый интерес представляют инертные газы, которые ни в какие реакции не вступают, достаточно тяжелы (кроме гелия), а стало быть, сохраняются в том же количестве, в каком планета получила их при своем рождении. Количество аргона в атмосфере Венеры (0,015%) близко к абсолютному содержанию его в земной атмосфере. Однако его изотопный состав оказался другим. Из 1% аргона в атмосфере нашей планеты 0,996 составляет аргон-40 и лишь 0,004 приходится на так называемые космогенные изотопы — аргон-36 и аргон-38, доставшиеся Земле при ее образовании. А у Венеры, как это ни странно, космогенных изотопов оказалось примерно столько же, сколько и аргона-40. Безусловно, эти данные говорят о чем-то очень важном. Можно предположить, например, что при формировании Венеры ее атмосфера была обогащена космогенными изотопами. На основе полученных данных уже делаются попытки восстановить физические условия, существовавшие при формировании всех планет земной группы.

Напомним, что высокие температуры у поверхности Венеры объясняются парниковым эффектом. На пути к поверхности планеты солнечные лучи отчасти поглощаются облаками и газовой средой. Несколько процентов излучения достигает поверхности планеты и поглощаются ею. Что же происходит с этой энергией дальше? Если планета не разогревается день ото дня, значит, в космос излучается столько же энергии, сколько поглощается с солнечным излучением. Но излучает

планета в другом, длинноволновом тепловом диапазоне, где углекислый газ с примесью небольшого количества паров воды мало прозрачен. Чтобы достаточный поток излучения прошел сквозь малопрозрачную среду, источник должен быть очень ярким. Именно поэтому температура поверхности и нижних слоев атмосферы так высока. Если бы водяного пара было больше, температура поднялась бы еще выше.

Для анализа парникового эффекта требовались тщательные спектральные и угловые измерения по всей высоте атмосферы, что и было сделано с помощью «Венеры-11» и «Венеры-12». Нижняя граница облачного слоя, как и в 1975 г., была обнаружена на высоте 48—50 км, причем сами облака ослабляют свет всего в 2 раза. Ниже уровня облаков происходит 10-кратное ослабление света из-за высокой плотности атмосферы.

Что нам сейчас известно о поверхности планеты? По предварительным данным, на Венере не менее трех протяженных горных хребтов. В 1975 г. «Венера-9» опустилась на горный склон, покрытый крупными камнями. Панорама с видом этой россыпи камней обошла все журналы мира. Она позволила ученым сделать заключение о тектонической активности коры планеты. В самом деле, эти камни не могут быть очень старыми образованиями. Несмотря на постоянство физических условий у поверхности, где в течение суток температура изменяется не больше, чем на градус, и где отсутствуют осадки, во всяком случае, в виде воды, которая не существует в жидкой фазе при температурах, превышающих 374° С, рельеф все же разрушается. Темная, как сажа, пыль покрывает поверхность планеты. В момент посадки советских аппаратов «Венера-9», «Венера-12» и американского «Пионер — Венера» было отмечено на несколько минут помутнение атмосферы. Это поднялась в «воздух» потревоженная пыль. Состав грунта в местах посадок более или менее характерен для базальтов.

С помощью средств радиоастрономии и радиолокации в некоторых районах Венеры обнаружены кратеры сравнительно правильной формы. Не исключено, что они вулканического происхождения. Предполагается, что известная яркая область Бета представляет собой огромный щитовой вулкан размером 600—800 км. Обнаружены также глубокая узкая долина между двумя возвышенностями и ряд других образований. Вероятно, рельеф Венеры, подобно рельефу Земли, Марса и Луны (и, наверное, Меркурия), характеризуется двумя видами — материковым, с большой плотностью, и морским, с меньшей плотностью и более тонкой корой. Геологи утверждают, что уже на основании имеющихся данных можно считать Венеру тектонически активной планетой. Некоторые ученые отмечают, что эволюция недр и коры Венеры, возможно, пошла дальше, чем у Земли. Заметим, что если бы химический состав обеих планет совпадал полностью, средняя плотность Венеры составляла бы 5,34 вместо 5,24 г/см³. Что же касается плотности поверхностных слоев этой планеты — от 2 до 2,9 г/см³, то она близка к плотности аналогичных пород Земли.

До сих пор отсутствовали сведения о существовании гроз на других планетах, хотя такие предположения высказывались. Например, была попытка объяснить некоторые виды необычного радиоизлучения Юпитера чудовищными молниями в его атмосфере. И хотя такие молнии на Юпитере, кажется, существуют, радиоизлучение, видимо, имеет все же другое происхождение.

По мере углубления знаний о составе атмосферы Венеры возник вопрос о том, откуда берутся некоторые ее малые составляющие. Бы

ло высказано предположение, что их происхождение связано с электрическими разрядами. Напомним, что под действием молний в земной тропосфере образуются озон, окислы азота и другие соединения.

Известно также странное явление, о котором с давних пор сообщали астрономы: иногда ночная сторона Венеры слегка светится. Поэтому, естественно, возник вопрос: нельзя ли объяснить это явление большим количеством молний в атмосфере планеты? Несложный расчет показывает, что для этого должно быть очень много молний. Над всей Землей вспыхивает около 100 молний в секунду. Если на Венере их в тысячи раз больше, свечение действительно можно видеть с Земли. Но есть ли молнии на Венере?

С помощью приборов на «Венере-11» и «Венере-12» были обнаружены не только многочисленные электрические разряды в атмосфере, но и установлены некоторые их особенности. Оказалось, что при тех же энергиях в разряде венерианские молнии в сотни раз более многочисленны, чем земные. Однако возникают они, вероятнее всего, между отдельными частями облачного слоя, так как для развития молний между облаками и поверхностью планеты потребовались бы слишком высокие разности потенциалов. Во время эксперимента ближайшие грозовые фронты находились довольно далеко от аппаратов, примерно в 700 км, размеры отдельных грозовых центров составляли сотни километров, а количество молний в них достигало нескольких десятков в секунду.

Интересно, что еще в 1975 г. приборы «Венеры-9» также регистрировали ночное импульсное свечение Венеры, но авторы эксперимента просто не догадались о его связи с молниями и искали причину в нарушении нормальной работы прибора.

Результаты полета двух последних советских межпланетных станций, осуществивших практически одновременные научные измерения в атмосфере и на поверхности Венеры в разных районах, существенно расширили знания о природе планеты, явились вкладом в науку о Вселенной.

Л. Ксанфомалити, доктор физико-математических наук,
заведующий лабораторией ИКИ АН СССР

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

В ИНТЕРЕСАХ МИРА И ПРОГРЕССА

В естественнонаучном и производственном планах мир стоит перед рядом глобальных проблем, решение которых требует объединенных усилий всех народов. Это проблемы сырьевых ресурсов, энергетики, контроля за состоянием окружающей среды и сохранения биосферы и другие. Огромную роль в кардинальном их решении будут играть космические исследования — одно из важнейших направлений научно-технической революции.

Космонавтика ярко демонстрирует всему миру плодотворность мирного созидательного труда, выгоды объединения усилий разных стран в решении научных и народнохозяйственных задач.

Рост экономического и научного потенциала нашей Родины, успешное претворение в жизнь решений XXV съезда КПСС и заданий десятилетнего пятилетнего плана позволяют успешно продолжать обширные работы по исследованию и использованию космического пространства в интересах науки и народного хозяйства, в интересах мира и прогресса на Земле.

Продолжается полет орбитальной научной станции «Салют-6». На ней успешно трудится четвертая основная экспедиция космонавтов в составе Л. Попова и В. Рюмина. Почти 3 года станция находится на околоземной орбите, в том числе полтора года в пилотируемом режиме. За это время освоено создание на орбите научно-исследовательских комплексов из станции «Салют-6» и двух кораблей: транспортных типа «Союз» и грузовых автоматических типа «Прогресс». Такие комплексы открывают новые возможности в исследовании и освоении космического пространства. Успешно завершён испытательный полет усовершенствованного транспортного корабля «Союз Т-2».

Выдающимся достижением советской науки и техники стал самый длительный в истории космонавтики пилотируемый 175-суточный полет космонавтов В. Ляхова и В. Рюмина, проходивший с 25 февраля по 19 августа 1979 г. Космонавты выполнили широкую программу медико-биологических, геофизических, астрофизических и технологических исследований и экспериментов, в том числе в соответствии с планом международного сотрудничества. Они осуществили также важную и значительную по объему работу ремонтно-профилактического характера, что позволило увеличить срок функционирования станции «Салют-6».

Важным достижением отечественной космонавтики и новым шагом во внеатмосферной астрономии явилось создание и использование на борту орбитального комплекса космического радиотелескопа КРТ-10, доставленного на «Салют-6» грузовым кораблем «Прогресс-7». Космонав-

ты В. Ляхов и В. Рюмин собрали и развернули антенну, установили систему звездной ориентации, пульт управления радиотелескопом, систему регистрации данных и блок точного времени.

Исследования были начаты с измерения основных параметров радиотелескопа при наблюдении радиоизлучения объекта Кассиопея А и Солища. Научная программа с использованием радиотелескопа включала геофизические исследования — разработку методов изучения радиотеплового излучения материков и океанов в интересах науки о Земле и народного хозяйства, а также радиоастрономические исследования источников, находящихся за пределами Солнечной системы, в частности радиокартографирование Млечного Пути и радиоастрономические наблюдения пульсара.

Впервые созданный в космосе крупный радиотелескоп открывает новое перспективное направление исследований — космическую радиоастрономию. Антенная система с базой «Земля — космос» — первый шаг в создании будущих радионтерферометров с базой, значительно превышающей диаметр Земли и, следовательно, с намного большим разрешением, чем это возможно достичь с помощью наземных средств.

Установка радиотелескопа на станции «Салют-6» позволила также открыть новое направление в космической технологии — создание на орбите больших сборных и развертываемых конструкций.

Длительные полеты советских космонавтов — свидетельство высокого уровня советской науки и техники. Это также выдающееся достижение отечественной космической биологии и медицины. Благодаря усовершенствованию системы предполетной подготовки космонавтов, улучшению санитарно-гигиенических условий их жизнедеятельности на борту станции «Салют-6» и применению специальных мер профилактики неблагоприятного действия невесомости всем экипажам удалось сохранить высокий уровень работоспособности. Особенно убедительно это продемонстрировал выход В. Ляхова и В. Рюмина в открытый космос в конце 6-месячного орбитального полета.

Важный вклад в медико-биологическое обеспечение длительных пилотируемых космических полетов внесли многочисленные наземные (лабораторные) медицинские исследования, а также биологические эксперименты, выполненные на борту орбитальных станций «Салют» и биспутников «Космос».

Оценивая всю совокупность полученных к настоящему времени научных данных о реакциях различных биологических систем на воздействие факторов космического полета, можно с оптимизмом смотреть на перспективы дальнейшего увеличения продолжительности полетов людей в космос.

Советские автоматические межпланетные станции «Венера-11» и «Венера-12» после выполнения программы исследований атмосферы Венеры были выведены на гелиоцентрические орбиты. В полете обеих станций систематически проводились измерения характеристик солнечного ветра, изучались космические лучи солнечного и галактического происхождения.

Весьма успешно протекал комплексный советско-французский международный эксперимент по изучению гамма-всплесков — слабых отголосков грандиозных космических взрывов, происходящих в глубинах нашей Галактики, в результате которых за несколько секунд выделяется больше энергии, чем Солнце излучает в течение года. Интерпретация результатов этого эксперимента ведется с привлечением данных, полученных с высокоапогейной станции «Прогноз-7», спутников «Метеор», а

также с зарубежных космических аппаратов «Пионер — Венера», «Гелиос» и спутников «Вела».

Благодаря высокой чувствительности аппаратуры станций «Венера-11» и «Венера-12» удалось установить, что находящийся в созвездии Золотой Рыбы источник гамма-всплесков связан со старым рентгеновским пульсаром — нейтронной звездой с массой порядка солнечной. Это первое экспериментальное доказательство связи гамма-всплесков с нейтронными звездами — крупное научное открытие.

В марте этого года ультрафиолетовый спектрометр станции «Венера-12» измерил излучение открытой недавно кометы Брэдфилда, имеющей период обращения вокруг Солнца 300—400 лет. Измерения проводились, когда комета уже уходила от Солнца и находилась на расстоянии около 150 млн. км от станции. Такие измерения помогают исследовать состав вещества комет (малонизученных объектов Вселенной) и могут быть сделаны только за пределами земной атмосферы.

Продолжая изучение планет, межпланетной среды, Солнца и солнечно-земных связей, а также астрофизические исследования, что необходимо для выявления фундаментальных закономерностей строения и эволюции Вселенной, советские ученые и специалисты все большее внимание уделяют прикладным направлениям космических исследований в интересах различных отраслей народного хозяйства.

Постоянно развиваются системы связи и телевидения. Совершенствуется и расширяется система связи «Орбита», действующая с 1967 г. В ее состав входят спутники «Молния» на высокоэллиптических орбитах, «Радуга» и «Горизонт» на геостационарных орбитах и наземные приемопередающие станции с антеннами диаметром 12 м. Число приемных станций «Орбита», расположенных в отдаленных районах Советского Союза, доведено до 85. Увеличилось количество станций, которые наряду с приемом телевизионных и радиовещательных программ осуществляют телефонно-телеграфную связь и прием изображений полос центральных газет.

Продолжается развитие системы спутникового телевизионного вещания «Экран», использующей спутники на геостационарных орбитах и широкую сеть упрощенных наземных приемных установок коллективного пользования. Эта система обслуживает районы Зауралья, Центральной Сибири и Крайнего Севера и в настоящее время имеет наземную сеть, включающую около 500 установок.

В 1979 г. началось внедрение новой спутниковой телевизионной системы «Москва», использующей спутники связи «Горизонт» на геостационарных орбитах и наземные станции «Москва» с антеннами диаметром 2,5 м. Эта система предназначена для обслуживания районов европейской части СССР и Дальнего Востока. Совместное использование спутниковых и наземных средств связи в ближайшее время обеспечит телевизионным вещанием 93% населения нашей страны.

Искусственные спутники Земли стали мощным средством исследования Земли и ее атмосферы. Система «Метеор-2» позволяет получать глобальные изображения облачности и земной поверхности в видимом и инфракрасном диапазонах спектра и контролировать радиационную обстановку в околоземном пространстве. Успешно реализуется важное преимущество новой системы: телевизионные изображения поверхности Земли принимаются широкой сетью упрощенных наземных пунктов на территории страны. Информацию от спутников «Метеор-2»

принимают также в зарубежных странах, являющихся членами Всемирной метеорологической организации.

По данным основных потребителей космической информации, ее использование уже сегодня дает экономический эффект, исчисляемый сотнями миллионов рублей в год.

Успешно осуществляется международное сотрудничество в изучении и освоении космического пространства в мирных целях. Наиболее активно развиваются научные связи с братскими социалистическими странами в соответствии с многосторонней программой «Интеркосмос». Десятой страной — участницей этой программы стала Социалистическая Республика Вьетнам. Для проведения совместных исследований и экспериментов используются как пилотируемые, так и автоматические космические средства.

Продолжаются полеты международных экипажей по программе «Интеркосмос». В семью космонавтов братских стран социализма, в которую входят представители СССР, ЧССР, ПНР, ГДР, НРБ, ВНР вошел новый космонавт — гражданин Социалистической Республики Вьетнам Фам Туан. Сейчас в центре подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина проводятся занятия и тренировки с кандидатами в космонавты — гражданами Республики Куба, МНР и СРР. Они вместе с нашими космонавтами примут участие в полетах на советских космических кораблях и станциях.

Состоялись запуски очередного спутника серии «Интеркосмос» и высотной ракеты «Вертикаль». Перед спутником «Интеркосмос-20» были поставлены новые задачи — комплексное изучение поверхности Мирового океана и отработка системы автоматического сбора информации с наземных платформ и морских буев. Для продолжения комплексных исследований коротковолнового излучения Солнца запущена высотная ракета «Вертикаль-8».

Ведется разработка перспективной программы нашего сотрудничества с социалистическими странами по всем основным направлениям космических исследований. Эта программа включает новые сложные эксперименты на пилотируемых и автоматических космических аппаратах. В их числе проекты исследований в области внеатмосферной астрономии и астрофизики, исследований в области космического материаловедения, изучения процессов и явлений в Солнечной системе, в том числе солнечно-земных и магнитосферно-ионосферных связей. Большое значение придается использованию результатов космических исследований в народном хозяйстве.

На двусторонней основе развивается сотрудничество нашей страны с Индией, Францией, Швецией и Австрией.

В минувшем году с территории Советского Союза советской ракетой-носителем был запущен второй индийский спутник «Бхаскара», предназначенный для изучения природных ресурсов. Достигнута договоренность о совместном полете космонавтов СССР и Индии.

Ряд интересных исследований выполнен в рамках советско-французского и советско-шведского сотрудничества в космосе. Идет подготовка крупномасштабных совместных проектов по изучению атмосферы Венеры, созданию гамма-телескопа и исследованию полярных сияний.

В соответствии с договоренностью на высшем уровне ведутся подготовительные работы и разрабатывается научная программа совместного полета космонавтов СССР и Франции.

Все коллективы, участвующие в работах по исследованию и освоению космического пространства, готовясь достойно встретить

XXVI съезд КПСС, полны решимости поднять эффективность и качество своей работы, приумножить практические плоды космических исследований на благо нашей Родины, в интересах всего человечества.

Б. Петров, академик,

председатель совета «Интеркосмос» при АН СССР
«Авиация и космонавтика», 1980, № 9.

ВМЕСТЕ К НОВЫМ ВЫСОТАМ

СОВЕТСКО-ВЬЕТНАМСКИЙ КОСМИЧЕСКИЙ ПОЛЕТ — СВИДЕТЕЛЬСТВО НЕРУШИМОЙ ДРУЖБЫ И ВСЕСТОРОННЕГО СОТРУДНИЧЕСТВА

Весть о совместном советско-вьетнамском космическом полете мгновенно распространилась во все уголки Вьетнама. Она радует каждого гражданина молодой социалистической республики как новое свидетельство крепнущего сотрудничества между братскими странами.

Как известно, в ноябре 1978 г., во время переговоров о подписании Договора о дружбе и сотрудничестве между СРВ и СССР, между Генеральным секретарем ЦК Компартии СРВ Ле Зуаном и Генеральным секретарем ЦК КПСС Л. И. Брежневым была достигнута договоренность об участии вьетнамских представителей в международных космических полетах. В 1979 г. Социалистическая Республика Вьетнам стала десятым членом программы «Интеркосмос».

Благодаря братской, сердечной помощи советских космонавтов и специалистов, работающих в Звездном городке, вьетнамский гражданин за короткое время овладел знаниями, необходимыми для участия в космических исследованиях с многообразной программой. Этот международный космический полет на корабле «Союз-37» экипажа в составе советского космонавта Виктора Горбатко и вьетнамского космонавта Фам Туана является ярким символом братского сотрудничества и дружбы между Вьетнамом и Советским Союзом и другими социалистическими странами.

При подготовке к этому полету вьетнамские космонавты старались за сравнительно короткое время овладеть огромным количеством необходимых знаний, чтобы стать активными членами космического экипажа. Ведь в ходе рейса наш космонавт активно участвует в выполнении многообразных научных задач — от исследований в области космической медицины и биологии, космической физики и технологии до визуальных наблюдений и фотосъемки с целью изучения природных ресурсов нашей страны.

Хочется особо отметить, что вьетнамские космонавты проходили подготовку к полету в благоприятных условиях, чувствуя постоянную заботу руководителей нашей партии и правительства. Товарищи и однополчане в их частях, а также их семьи, друзья, весь наш народ постоянно поддерживали своих космонавтов. А всестороннее сотрудничество и дружба между нашим народом и народами Советского Союза и других социалистических стран стали надежными крыльями, поднимающими наших космонавтов к высотам космической науки.

Международный советско-вьетнамский полет — новая вершина научного сотрудничества между Вьетнамом, Советским Союзом и другими социалистическими странами. Участие СРВ в программе «Интер-

космос» обеспечивает нашей стране возможность внести свой вклад в сложные космические исследования. Так, мы сотрудничали с товарищами из СССР и ГДР в выполнении уникального эксперимента «Халонг» по выращиванию монокристалла в условиях невесомости. Мы можем с радостью сказать, что к этому полету с помощью специалистов СССР, ГДР, НРБ мы подготовили обширную программу исследования природных ресурсов нашей страны, включающую наблюдения и фотографирование с околоземной орбиты, с борта самолетов и наземные измерения в определенных участках.

Весьма знаменательно, что международный советско-вьетнамский полет проводится как раз во время подготовки к 20-летию юбилею научного сотрудничества между АН СССР и научно-исследовательскими учреждениями Вьетнама. Начиная с 1961 г. соглашения о сотрудничестве были последовательно подписаны и с академиями наук других братских стран. За эти 20 лет Советский Союз, другие социалистические государства, в частности их академии наук, помогали Вьетнаму подготовить отряды высококвалифицированных научных и технических кадров. Была создана система научно-исследовательских учреждений с первичной материальной и технической базой. Мы начали осуществлять долгосрочные, пятилетние и ежегодные исследовательские планы.

Научные работы по изучению космического пространства и внедрению результатов исследований в народное хозяйство начались во Вьетнаме еще в 60-х годах, практически сразу после полета Юрия Гагарина. Тогда в Демократической Республике Вьетнам, вступившей на путь строительства социализма, быстрыми темпами развивалось высшее образование, в институтах и лабораториях начались исследования, непосредственно связанные с насущными задачами строительства социализма. Тогда же были сделаны первые шаги по созданию материально-технической базы, позволяющей развивать работы по изучению и использованию космического пространства в мирных целях.

В 1962 г. под Ханоем с помощью Советского Союза была создана ионосферная станция. На ней были получены сведения о различных параметрах ионосферного слоя, начались исследования по морфологии геомагнетизма и ионосферы, физике солнечно-земных связей, а также по некоторым проблемам распространения радиоволн. В течение последнего 10-летия стали эффективно использоваться спутниковые данные для ежедневного прогноза погоды.

После воссоединения страны в 1976 г. наука и техника Вьетнама получили благоприятные условия для дальнейшего развития. Была создана национальная научная программа космических исследований, организованы лаборатории по космической физике, метеорологии и связи. Были созданы также научные учреждения, ответственные за применение и развитие методов дистанционного зондирования Земли и изучение природных ресурсов страны.

Мы имеем все основания считать, что успехи в науке, достигнутые во Вьетнаме за последние 20 лет, связаны с сотрудничеством и помощью в этой области со стороны Советского Союза и других социалистических стран. Без этого не могло бы быть и участия СРВ в сегодняшней программе космических исследований. Вместе с тем мы верим, что активная работа в «Интеркосмосе» даст нам благоприятные условия для достижения вершин современной науки. Например, с помощью Советского Союза во Вьетнаме уже завершено строительство космической станции «Интерспутник».

Поэтому, с радостью следя за успешным полетом советско-вьетнамского экипажа, мы шлем президиуму АН СССР, президиумам академий наук других социалистических стран, всем сотрудникам «Интеркосмоса» самые горячие приветствия. Этот полет — огромная радость для народа Вьетнама. Наши соотечественники, пройдя суровые испытания в годы борьбы за защиту своей родины, в годы мирного строительства, ныне наряду с представителями самых передовых стран приступили к мирному освоению космического пространства, подошли к вершинам мировой науки и техники.

Пусть вечно крепнут дружбы и всестороннее сотрудничество между СРВ, СССР и другими социалистическими странами!

Чан Дай Нгэн,

президент Национального центра научных исследований СРВ,
председатель вьетнамского комитета «Интеркосмос», г. Ханой

«Правда», 28 июля 1980 г.

ХРОНИКА

СРВ. Наземная станция космической связи, названная «Лотос», создана при содействии Советского Союза. Вьетнамские телезрители получили возможность ближе познакомиться с достижениями и жизнью советских людей.

«Вечерняя Москва», 10 октября 1980 г.

ОКРЫЛЕННЫЕ ДРУЖБОЙ

В эти дни сам собой напрашивается вопрос: как стало возможным наше вступление в сообщество стран, проводящих космические исследования? Думаю, что он подразумевает множество ответов и все они связаны с социальной революцией, по пути которой Куба идет вот уже более 20 лет и которая привела к развитию экономики и науки в тесном сотрудничестве с государствами социалистического содружества, и в особенности с великой родиной Ленина.

Начинать пришлось с преодоления наследия прошлого, которое характеризовалось колониальными и неоколониальными отношениями, а если говорить о социальной и научной сферах, то крайне отсталой системой образования, высоким уровнем неграмотности и почти полным отсутствием созидательной научной деятельности. В тех тяжелых исторических условиях нашим революционным правительством была создана Национальная комиссия Академии наук Кубы — прообраз ныне существующей академии. На становление этого учреждения плодотворно повлияла социалистическая научно-техническая интеграция.

Уже через год после создания комиссии ею были подписаны первые соглашения о двустороннем сотрудничестве с Академией наук СССР, которое в последующем постоянно развивалось. Это касается как укрепления материальной базы наших институтов, так и подготовки кадров и повышения их квалификации. Можно сказать, что практически все институты нашей академии получили очевидные выгоды от сотрудничества с Советским Союзом и в каждом из них самоотверженно и бескорыстно трудились советские специалисты. Считаю необходимым подчеркнуть здесь, что научно-техническое сотрудничество между академиями наук СССР и Кубы надо понимать как часть сотрудничества между нашими двумя странами в целом.

Можно привести огромное количество примеров научно-технического взаимодействия в самых различных отраслях экономики. Из наиболее важных для нас отмечу работы, которые позволили подготовить и издать первый национальный атлас Кубы. Этот труд был высоко оценен: восемь советских и четыре кубинских географов были удостоены Государственных премий СССР. Хотелось бы назвать также подготовку тектонического атласа Кубы, совместные исследования в области использования солнечной энергии, развитие теоретической физики и голографии, ветеринарной службы, изучение кубинских почв, выведение новых сортов растений, в освоении мирного атома.

Начиная с трудов гениального прорицателя межпланетных полетов К. Циолковского и академика С. Королева, от первого полета в космос человека — незабываемого Юрия Гагарина — родина Октября продолжает оставаться центром изучения внеземного пространства и его использования в мирных целях. Вместе с тем это позволяет всем странам — участникам программы «Интеркосмос», а также другим государствам использовать результаты советских космических исследований, участвовать в научных экспериментах и в освоении новейшей техники.

Особого внимания заслуживает наше сотрудничество в областях физики, связи, метеорологии, медико-биологических исследований, а также в изучении Земли из космоса, т. е. в тех научных отраслях, которые тесно связаны с нашим участием в исследованиях природы и возможностей космического пространства, его использования в мирных целях. Так, в области геофизики и астрономии у нас налажены тесные связи с советскими институтами физики Земли, земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн, радиотехники и электроники и с рядом астрономических обсерваторий. Это позволило нам начать работу над созданием собственной радиофизической обсерватории.

В области связи сотрудничество с Советским Союзом позволило нам создать развитую сеть коммуникаций. Сооружение станции космической связи «Карибе» дало возможность установить и постоянно совершенствовать радиотелефонную и телевизионную связь Кубы с другими районами мира. В области метеорологии, которая имеет для нас особое значение из-за географического положения страны, мы смогли намного улучшить прогнозирование погоды и расчет движения ураганов благодаря станции по приему фотографий с искусственных спутников.

В соответствии с созданием по программе «Интеркосмос» рабочей группы по изучению природных ресурсов аэрокосмическими средствами в кубинском Институте фундаментальных технических исследований организован отдел дистанционного зондирования Земли. Были проведены аэрофотосъемки многоспектральными камерами и фотографирование сквозь цветные фильтры ряда районов страны. Расшифровка этих изображений, а также спектральных снимков, сделанных из космоса, обещают принести очень важные результаты для развития нашей экономики. Сотрудничество с СССР в этой области позволит нам создать научную и техническую базу для использования аэрокосмической информации, а также для сооружения и ввода в строй системы приема, обработки и распространения данных дистанционного зондирования Земли.

И вот теперь очередной шаг сотрудничества — полет международного советско-кубинского экипажа в составе Юрия Романенко и Арнальдо Тамайо Мендеса. Мы восхищаемся мужеством и мастер-

ством космонавтов и считаем, что они представляют собой притягательный пример для молодежи наших стран. Вместе с тем известно, что в одном ряду с трудом космонавтов стоит труд сотен рабочих и специалистов, которые обеспечивают успешное выполнение сложного полета. Эти люди также заслуживают нашей признательности и станут примером для новых поколений.

С кубинской стороны в разработке экспериментов непосредственно участвовало более 50 научно-исследовательских институтов и производственных предприятий, около 500 рабочих и техников. Они подготовили оборудование и приспособления, которые будут использованы на орбитальном комплексе, а также соответствующую техническую и методическую документацию. Накопленный в ходе этой работы опыт позволит нам проводить все более сложные исследования, повысить социальную роль науки.

Участие в таком ответственном научно-техническом деле, как космический полет, стало возможным благодаря заботе, которую наши партия и правительство уделяют развитию научных исследований на Кубе, благодаря братскому содействию, которое нам постоянно оказывает Советский Союз, благодаря трудовым усилиям советских и кубинских специалистов.

После завершения полета начнется новая фаза в нашем научном развитии. Она потребует еще больших усилий от людей науки, перед которыми открываются новые пути. Совместный полет космонавтов СССР и Кубы навсегда останется ярким примером социалистической солидарности.

Вильфредо Торрес Ирибар,
президент Академии наук Кубы, г. Гавана

«Правда», 23 сентября 1980 г.

ГОТОВЯСЬ К СОВМЕСТНОМУ ПОЛЕТУ

Париж, 12. (ТАСС). Выдвинутая в прошлом году на очередной советско-французской встрече на высшем уровне идея совместного космического полета космонавтов двух стран вступает в стадию конкретного воплощения в жизнь.

Выступая здесь на пресс-конференции, заместитель генерального директора Национального центра космических исследований (КНЕС) профессор П. Морель изложил программу предстоящего полета, рассказал о задачах, которые в ходе эксперимента будут возложены на французского космонавта. В качестве бортинженера вместе с советским командиром корабля он будет участвовать в операциях по пилотированию «Союза», сближению и стыковке с орбитальной станцией «Салют». Затем, после выполнения рассчитанной примерно на неделю научной программы, советско-французский экипаж покинет «Салют» и на борту корабля «Союз» вернется на Землю.

Как отметил П. Морель, предстоящий полет явится новым важным этапом развития советско-французского сотрудничества в освоении космоса, в котором уже достигнуты значительные успехи.

Приводятся биографические данные Ж.-Л. Кретьена и П. Бодри, отобранных специальным комитетом КНЕС из нескольких сот кандидатов.

Ж.-Л. Кретьену 41 год. По образованию он инженер, окончил, как и его коллега П. Бодри, военно-воздушное училище, был летчиком-истре-

бителем и летчиком-испытателем. У него четверо сыновей. Он увлекается лыжным и парусным спортом.

34-летний П. Бодри до последнего времени работал летчиком-испытателем. Он родом из Бордо. У него 4-летняя дочка. П. Бодри — хороший лыжник.

«Правда», 13 июня 1980 г.

«ВЕРТИКАЛЬ-8» ИССЛЕДУЕТ СОЛНЦЕ

26 сентября 1979 г. могучая ракета вывела за пределы земной атмосферы новый астрофизический зонд. Начался очередной эксперимент по программе «Интеркосмос». Научная аппаратура, установленная на зонде, продолжила исследования процессов, происходящих на Солнце. Казалось бы, что могут дать еще 10 мин полезной работы приборов «Вертикали-8», тогда как в последнее 10-летие были запущены специальные спутники для изучения Солнца. Но результаты запуска «Вертикали-8» ознаменовали важный этап во внеатмосферных исследованиях Солнца, а сама аппаратура экспонировалась в 1979 г. на выставке в Ле-Бурже (Франция) и демонстрировалась в павильоне «Космос» на ВДНХ. Чем же примечателен этот запуск?

В настоящее время уже не интересно измерять потоки в недоступных для наземных наблюдений спектральных диапазонах от всего диска Солнца. Сейчас важно зарегистрировать излучение источников размером от одной до нескольких тысячных долей солнечного диаметра (2—5"). Кроме того, измерения должны проводиться не одним прибором, а комплексом приборов, включающим телескопы для получения рентгеновских изображений, рентгеновские спектрографы и фотометры для самого жесткого излучения. Поэтому свыше 10 лет шла большая работа по созданию платформы, способной навести на Солнце с точностью в несколько угловых секунд научную аппаратуру массой 100—150 кг и удерживать ориентацию в течение всего полета зонда.

Такая платформа была создана в Гарнийской астрофизической лаборатории АН АрмССР. На многочисленных испытаниях красивая платформа поражала всех своей легкостью и подвижностью. Существенное уменьшение массы платформы было достигнуто за счет того, что ее сделали полой. И на испытаниях, и в полете оптические датчики платформы, ее электроника и механика обеспечили наведение избранного на платформе направления (оптической оси) на Солнце с точностью не хуже 5".

Научная аппаратура зонда изготовлена в СССР, ПНР и ЧССР. Рентгеновский телескоп с телевизионной регистрацией изображения, созданный в лаборатории спектроскопии Физического института АН СССР, работал в диапазоне длин волн короче 50 Å. Другой телескоп, изготовленный в ПНР, тоже был предназначен для фотографирования Солнца в мягком рентгеновском диапазоне. Зеркала для обоих телескопов изготовлены в ЧССР. Эти зеркальные солнечные телескопы характеризуются высоким пространственным разрешением.

Два советских и один польский спектрографы работали в области длин волн 5—12 Å. Они обеспечивают спектральное разрешение 10^{-2} — 10^{-3} Å и позволяют выделять различные линии высокоионизованных ионов. Для регистрации самого жесткого излучения использовались два фотометра (ПНР и СССР, Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР).

Этот качественно новый набор аппаратуры для рентгеновских исследований Солнца позволяет достаточно подробно исследовать излучение активных областей и вспышек.

Нелегко оказалось совместить направления оптических осей всех приборов с точностью в несколько угловых секунд. Действительно, на пути 100 м луч, идущий по оптической оси, не должен был отклоняться более чем на 1 см. Для этой цели польские специалисты изготовили юстировочные приспособления, которые устанавливались на приборы при окончательных испытаниях.

Как известно, ученые всего мира в 1979—1980 гг. участвуют в наблюдениях Солнца по международной программе «Год солнечного максимума». В эти годы на Солнце существуют многочисленные активные области и трудно выбрать момент, когда рентгеновское излучение сильно не изменялось бы во времени. Действительно, при высокой солнечной активности мягкое рентгеновское излучение связано в основном со вспышками: не успеет затухнуть излучение одной вспышки, как начинается другая. В этом смысле момент запуска «Вертикали-8» оказался удачным; хотя на диске было множество активных областей, вспышечная активность исчезла примерно за 10 часов до запуска и возобновилась лишь к концу этого дня. Таким образом, удалось зарегистрировать излучение активных областей (в том числе и больших), не искаженное влиянием вспышек.

Рентгеновское излучение несет богатую информацию о строении внешней солнечной атмосферы. Так, данные рентгеновских наблюдений позволили исследовать энергетическое ядро самых мощных процессов на Солнце — вспышек, выявили существование на Солнце потоков ускоренных электронов. Актуален вопрос о зарождении вспышек в активных областях, о самых начальных фазах нестационарных процессов на Солнце. Существуют теоретические представления о том, что вспышки — это результат развития и распада токовых слоев в солнечной атмосфере. Обнаружение токовых слоев по их излучению в мягком рентгеновском диапазоне было бы чрезвычайно важно для доказательства их существования на Солнце и для предсказания вспышек. Кроме того, изучение распределения высокотемпературной плазмы над активными областями возможно только с использованием данных рентгеновских наблюдений.

Запуск «Вертикали-8» прошел успешно. Задачи эксперимента полностью выполнены. Аппаратура была наведена на Солнце с необходимой точностью, ориентация сохранялась в течение всего полета, приборы возвращены на Землю. В мягкой рентгеновской области получены изображения Солнца, на которых видны многочисленные центры активности. Зарегистрирован ряд рентгеновских линий. На борту измерялось также полное излучение в ряде рентгеновских линий. В некоторых линиях за очень короткое время обнаружено изменение потока примерно вдвое. Природа этого интересного явления до конца не ясна и не вытекает из современных представлений о внешней атмосфере Солнца. Измеренные потоки в жестком участке спектра оказались весьма малыми. Это накладывает серьезные ограничения на плотность плазмы и температуру токовых слоев, если они существуют за несколько часов до вспышек. Подробный анализ результатов, полученных на «Вертикали-8», внесет существенный вклад в изучение солнечных рентгеновских активных областей.

М. А. Лившиц, кандидат физико-математических наук

«Земля и Вселенная», 1980, № 3.

ЕГО ПРЕВОСХОДИТЕЛЬСТВУ
ГОСПОДИНУ НИЛАМ САНДЖИВА РЕДДИ,
ПРЕЗИДЕНТУ РЕСПУБЛИКИ ИНДИИ
ЕЕ ПРЕВОСХОДИТЕЛЬСТВУ
ГОСПОЖЕ ИНДИРЕ ГАНДИ,
ПРЕМЬЕР-МИНИСТРУ РЕСПУБЛИКИ ИНДИИ

Сердечно поздравляем вас с выдающимся достижением индийской науки и техники. Запуск Индией искусственного спутника Земли «Рохини» является ярким свидетельством таланта и трудолюбия индийских ученых, инженеров и рабочих.

Советские люди радуются этому новому успеху дружественного индийского народа в области исследований космического пространства в мирных целях, как и плодотворному сотрудничеству в этой области между Советским Союзом и Индией, в ходе которого были осуществлены совместные запуски индийских спутников «Ариабата» и «Бхаскара».

Л. Брежнев

А. Косыгин

«Правда», 24 июля 1980 г.

ЕГО ПРЕВОСХОДИТЕЛЬСТВУ
ГОСПОДИНУ Л. И. БРЕЖНЕВУ,
ГЕНЕРАЛЬНОМУ СЕКРЕТАРЮ ЦК КПСС,
ПРЕДСЕДАТЕЛЮ ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР

Ваше Превосходительство,

благодарю Вас и Его Превосходительство господина А. Н. Косыгина за поздравительное послание по случаю запуска индийского спутника «Рохини».

Это примечательное достижение для Индии и индийской науки. Оно также показывает, что развивающиеся страны могут успешно овладевать новейшей техникой и научными знаниями для целей своего развития, если только располагают необходимой волей, чтобы добиться этого.

Плодотворное сотрудничество между двумя нашими странами в этой и других областях отражает тесный и дружественный характер наших отношений. Мы будем продолжать совместно работать во имя применения научных знаний в мирных целях в сфере исследований космического пространства.

Индира Ганди, Премьер-министр Индии

«Правда», 3 августа 1980 г.

ЕГО ПРЕВОСХОДИТЕЛЬСТВУ
ГОСПОДИНУ Л. И. БРЕЖНЕВУ,
ГЕНЕРАЛЬНОМУ СЕКРЕТАРЮ ЦК КПСС,
ПРЕДСЕДАТЕЛЮ ПРЕЗИДИУМА ВЕРХОВНОГО СОВЕТА СССР

Ваше Превосходительство,

благодарю Вас за поздравительное послание в связи с запуском спутника «Рохини». Народ Индии рассматривает это событие как знаменитое достижение индийских ученых, показывающее, что наука

и техника могут быть поставлены на службу народам развивающихся стран. Индийско-советское сотрудничество в этой и других областях отражает тесные дружественные отношения между двумя нашими странами. Мы уверены, что это сотрудничество еще более окрепнет в предстоящие годы.

Нилам Санджива Редди, Президент Республики Индии
«Правда», 7 августа 1980 г.

ПЕРЕДАЕТ «МАРС»

Кабул, 10. (ТАСС). Сегодня здесь состоялась церемония открытия передвижной наземной станции космической связи «Марс», которая позволит принимать по кабульскому телевидению передачи первой программы московского телевидения в цветном изображении, а также обеспечит два телефонных канала по линии Кабул — Москва. Жители афганской столицы смогут три раза в сутки смотреть по три программы Олимпийских игр в Москве. Монтаж станции был произведен советскими и афганскими специалистами всего за 15 дней.

«Правда», 11 июля 1980 г.

ПОМОЩЬ ПРИДЕТ ИЗ КОСМОСА

Четыре страны — СССР, США, Франция и Канада объединили усилия в создании международной системы поиска, обнаружения и спасения потерпевших бедствие людей с помощью искусственных спутников Земли.

Вот уже несколько лет, как спутники, образно говоря, надели морскую тельняшку. Освоив профессии географов, связистов, геологов, лесоводов, метеорологов, они стали применяться для целей точного, ювелирного судовождения. В определении координат штурманы все больше полагаются не на астрономические светила, а на искусственные звезды, которые не надо наблюдать — достаточно слышать.

В ходовой рубке атомных ледоколов «Арктика» и «Сибирь» мне не раз приходилось видеть процесс прокладки курса. Его линия напоминала причудливый зигзаг: в поисках более податливого льда атомоходы выделявали настоящие пируэты. За окном стояла полярная ночь с пургой, трещал на морозе лед, но мы видели на приборах широту и долготу любой точки «пируэта».

До введения космической системы обеспечения навигации современные суда, следующие, скажем от мыса Горн к Новой Зеландии, выходили к ее берегам с ошибкой, составляющей порой 20 миль! Примерно такие погрешности были и 200 лет назад на парусниках легендарного Кука, не имевших, как известно, ни гирокомпасов, ни радиолокаторов. Между тем безукоризненное судовождение — не самоцель. Оно значительно сокращает время нахождения судна в рейсе, способствует экономии топлива и, что очень важно, повышению безопасности мореплавания.

Однако «космические штурманы» пока еще достаточно дороги. Не каждое из десятков тысяч судов, бороздящих Мировой океан, можно оснастить ими. А несчетные флотилии лодок, яхт, катеров? К тому же правильно рассчитанный курс отнюдь не гарантирует от кораблекрушения. Как быть, если оно произошло в далекой точке океана?

Многие погибающие суда успевают подать в эфир сигнал «SOS», но далеко не всегда они способны указать точные координаты, и оказание помощи потерпевшим в этом случае затягивается на длительное время. Люди погибают от холода, голода, а часто просто от страха. Тяжкую картину видят спасатели разных стран, вылавливая в море трупы с безжизненными телами тех, кого они могли бы своевременно выручить из беды, если бы знали точно: где искать...

В печально рекордном 1978 г. затонуло 473 судна мирового флота (без учета прогулочных и рыболовных судов), погибло около двух тысяч моряков. Страховое общество Ллойда (Великобритания) сообщило, что такой высокой аварийности не было за всю историю мореплавания. Почти 36% судов погибло вследствие погодных условий, 9 транспортов вообще исчезли бесследно.

В конце прошлого года эта участь постигла огромный норвежский нефтерудовоз «Берге Ванга», плававший под либерийским флагом. Вместе с сорока членами экипажа он пропал на переходе из Бразилии в Японию. Четыре года назад в аналогичном плавании погибло однотипное судно «Берге Истра». Поиски обоих судов не принесли успеха, хотя стоили сотни тысяч долларов в день (двух спасшихся членов экипажа «Берге Истра» нашли, правда, через 19 дней).

Предполагаемая причина гибели «Берге Ванга» — внезапный взрыв, исключивший возможность подачи аварийного радиосигнала. Оставшиеся на плаву люди, видимо, не могли сообщить о своем бедственном положении: существующие передатчики имеют в основном радиус действия в пределах нескольких десятков миль. В районах с оживленным судоходством этого достаточно, но в Мировом океане, увы, еще немало мест, в которых судно в течение 1—2 сут вообще не имеет радиосвязи с берегом. (Здесь, кстати, на помощь тоже приходят спутники.) Аналогичное происходит и в авиации. Всем памятно исчезновение самолета с делегацией конгресса США, вылетевшей на Аляску.

А что если к поиску и спасению терпящих бедствие подключить искусственные спутники Земли? Ведь летая на низкой — в 800—1000 км — орбите, они смогли бы «прослушивать» гигантские территории, проверяя, нет ли где беды?

Разработка новой системы поиска началась параллельно в СССР и США. Она проводится в соответствии с межправительственным соглашением по мирному использованию космического пространства, заключенным между двумя странами в мае 1977 г. В нашей стране разрабатывается проект КОСПАС (Космическая система поиска аварийных судов и самолетов), а в США с участием Франции и Канады — аналогичная система SARCAT.

В Советском Союзе работы координирует Министерство морского флота, в Соединенных Штатах — НАСА (Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства).

Руководитель советской делегации, заместитель председателя Все-союзного объединения «Морсвязьспутник» Ю. Зурабов рассказывает:

— Обе системы смогут работать как независимо друг от друга, так и совместно. Технические детали этого сопряжения были согласованы на встречах в Вашингтоне, Париже, Оттаве, Ленинграде. В конце прошлого года участники подписали так называемый документ о взаимопонимании. Он определяет порядок разработки единой системы, права и обязанности сторон при выполнении совместного проекта. Наконец, на последней встрече в Вашингтоне успешно завершена подготовка плана его реализации.

— Как в общих чертах будет выглядеть система КОСПАС — САРСАТ?

— Ее основу составят несколько советских и американских спутников, связанных с наземными службами национальных центров спасения. Будет выпущено необходимое количество аварийных радиобуев, которыми снабдят все суда и самолеты. В случае аварии радиобуй начнет автоматически подавать сигналы, которые смогут приниматься пролетающим в этой зоне советским или американским спутником. Он оперативно передаст их на ближайший наземный пункт приема информации. По этим сигналам автоматически определятся координаты радиобуя, причем точность составит 1—2 мили.

Сигнал будет содержать данные о национальной принадлежности транспортного средства, его кодированном названии. Все эти сведения заложат задолго до выхода в рейс.

Наши суда и самолеты будут, например, иметь код 221, американские — 111, канадские — 121, французские — 211. Полученные данные через национальные координационные центры передадут в страну, которой принадлежит транспортное средство, и соответствующим поисково-спасательным службам.

В СССР создаются два наземных пункта приема информации — в Архангельске и Находке. Координационный центр системы будет находиться в Москве, при Министерстве морского флота. Станция в Архангельске уже начала строиться. Во Франции подобный объект появится в Тулузе, определены пункты на территории США и Канады.

— Какая частота выделяется для «скорой космической помощи»?

— 406 МГц. Однако предусмотрено сопряжение системы и с существующими радиобуями с частотой 121,5 МГц. Правда, в этом случае точность определения координат несколько ниже, но она не идет ни в какое сравнение с существующей сейчас.

— В спасении порой нуждаются не только моряки и летчики, но и геологи, исследователи, да и просто туристы...

— КОСПАС — САРСАТ всегда сможет прийти на помощь людям, где бы они ни терпели бедствие — на морях, в тундре, в горах или пустыне при условии оснащения экспедиций радиобуями. Кстати, в будущем наземный пункт передачи информации намечено создать в Сибири.

Программа реализации проекта КОСПАС — САРСАТ предусматривает завершение разработки всей необходимой технической аппаратуры в 1981 г. Летные испытания начнутся в 1982 г. Целый год систему будут всесторонне проверять. И, наконец, в 1984 г. страны — участницы совместно подведут итоги ее опытной эксплуатации. Уже на нынешнем этапе планируется широкое оповещение всех заинтересованных государств о проводимых работах: ведь они имеют большое гуманитарное значение для всего человечества.

...Спутники, разумеется, не смогут протянуть «руку помощи» тем, кто в ней нуждается. Но они сделают главное — передадут точную информацию о случившемся. К их многочисленным обязанностям прибавится еще одна, пожалуй самая благородная, — охрана человеческой жизни в океанах и на морях, в воздухе и на суше.

В. Шмыгановский

«Известия», 12 сентября 1980 г.

ООН И МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КОСМОСЕ

В 1982 г. будет отмечаться 25 годовщина запуска первого в истории искусственного спутника Земли, состоится вторая конференция Организации Объединенных Наций по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях. Решение о созыве второй конференции было единодушно принято на XXII сессии Комитета ООН по космосу, которая проходила в Нью-Йорке с 18 июня по 3 июля 1979 г.

В соответствии с резолюцией, принятой Генеральной ассамблеей ООН еще в 1961 г., Организация Объединенных Наций должна быть центром международного сотрудничества в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях. В системе ООН роль такого центра призван исполнять специальный орган Генеральной ассамблеи — Комитет ООН по космосу, в котором 47 государств с различными общественно-политическими системами обсуждают политические, правовые и научно-технические вопросы, возникающие в процессе освоения космоса. Сессия Комитета и его двух подкомитетов (научно-технического и юридического) с 1962 г. созываются ежегодно.

Первая конференция ООН по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях, созданная в 1968 г. по инициативе СССР, была форумом, на котором представители 78 стран и 13 международных организаций подвели итоги первого десятилетия космических исследований. Ожидается, что вторая конференция ООН привлечет еще большее число участников. Так же, как и на предыдущей конференции, основное внимание на ней должно уделяться нуждам и потребностям развивающихся стран. Повестка дня конференции включает широкий круг проблем, которые будут обсуждаться на пленарных заседаниях, а также в трех комитетах по следующим основным направлениям: положение в области космической науки и техники, применение космической науки и техники, международное сотрудничество и роль Организации Объединенных Наций. Работа конференции должна завершиться принятием доклада для Генеральной ассамблеи ООН, в котором будут содержаться рекомендации относительно дальнейшей деятельности ООН в области исследования космоса. Подготовкой проекта заключительного доклада займется Комитет ООН по космосу и его Научно-технический подкомитет.

По всем обсуждавшимся проблемам (за исключением места проведения конференции) Комитет ООН по космосу принял согласованные рекомендации, которые представлены на одобрение очередной сессии Генеральной ассамблеи ООН. Вопрос о месте проведения конференции должен быть решен на следующей сессии Комитета ООН по космосу, которая состоится летом 1980 г. Советский Союз предложил провести конференцию в Москве в августе 1982 г.

Сессия Комитета ООН по космосу одобрила проект соглашения о Луне. Его полное наименование: «Соглашение о деятельности государств на Луне и других небесных телах». Передача Комитетом этого проекта на рассмотрение Генеральной ассамблеи ООН завершила разработку нового соглашения в области Международного космического права, первоначальный проект которого был внесен в ООН Советским Союзом в 1971 г.

Представленный Советским Союзом проект содержал следующие основные положения:

исследование и использование Луны осуществляются с учетом интересов живущих и будущих поколений людей;

на Луне запрещаются, в соответствии с принципами Устава ООН, применение силы или угроза силой и любые враждебные действия, а также использование Луны для совершения таких действий в отношении Земли;

подтверждается запрет на размещение на Луне ядерного оружия и другого оружия массового уничтожения, а также другой деятельности, направленной на использование Луны в военных целях;

исследование и использование Луны должно осуществляться способами, обеспечивающими предотвращение неблагоприятного изменения и загрязнения лунной среды;

поверхность и недра Луны не могут быть собственностью государств, каких-либо международных или национальных организаций, юридических или физических лиц;

государства будут принимать все возможные меры в целях охраны жизни и здоровья человека, находящегося на Луне.

Текст, одобренный Комитетом ООН по космосу, закрепляет все упомянутые принципы первоначального проекта, предложенные Советским Союзом. Кроме того, по настоянию развивающихся стран в проект соглашения включено положение о том, что «Луна и ее природные ресурсы являются общим наследием человечества» (статья XI проекта), и обязательство участников соглашения установить международный режим для регулирования эксплуатации природных ресурсов Луны, когда будет очевидно, что такая эксплуатация станет возможной в ближайшее время. При выработке этого режима особо должны учитываться интересы и нужды развивающихся стран, а также усилия стран, которые прямо или косвенно внесли свой вклад в освоение Луны.

В ходе многолетнего обсуждения проекта договора о Луне в Юридическом подкомитете Комитета ООН по космосу советская делегация, так же, как и делегации ряда других стран, считала, что разработка правового режима эксплуатации ресурсов Луны и других небесных тел в данное время не актуальна и должна проводиться с учетом последующего развития космонавтики. К тому же понятие «общего наследия человечества» с юридической точки зрения весьма расплывчато, эта категория скорее морального, философского, а не юридического плана. Однако, идя навстречу настойчивым пожеланиям развивающихся стран, для достижения разумного компромисса советская и другие делегации, разделяющие эту точку зрения, согласились включить приведенные положения в проект соглашения. После одобрения этого проекта Генеральной ассамблеей ООН соглашение будет открыто для подписания и ратификации всеми государствами и приобретет силу нового документа Международного космического права.

Комитет ООН по космосу рассмотрел также результаты работы своего Научно-технического подкомитета по вопросам применения ядерных источников энергии в космосе. При обсуждении этих вопросов в различных органах ООН некоторые западные государства пытались использовать инцидент, связанный с падением в 1978 г. остатков советского спутника «Космос-954» на территорию Канады. Они предлагали запретить применение ядерных источников в космосе или установить международный контроль над такого рода деятельностью, хотя, как известно, без ядерных энергетических установок немислимо дальнейшее развитие некоторых важных направлений космонавтики.

Комитет ООН по космосу подтвердил вывод своего Научно-технического подкомитета о том, что при соблюдении надлежащих мер безопасности использование ядерных источников энергии в космосе возможно. Комитет решил продолжить рассмотрение этих вопросов в рабочей группе, созданной Научно-техническим подкомитетом. Он рекомендовал своему Юридическому подкомитету сделать обзор действующего Международного космического права. Тогда можно будет определить целесообразность его дополнения положениями об использовании ядерных источников энергии в космосе.

Комитет продолжил рассмотрение и некоторых других вопросов. Среди них — ранее сделанное советское предложение о юридическом разграничении воздушного и космического пространства на высоте 100—110 км.

Последняя, XXII сессия Комитета ООН по космосу, прошедшая под знаком советско-американской встречи на высшем уровне и подписания Договора по ОСВ-2, отмечена принятием ряда важных рекомендаций, которые окажут заметное влияние на дальнейшее развитие международного сотрудничества в изучении и освоении космоса.

В. С. Верецетин, доктор юридических наук,
заместитель председателя совета «Интеркосмос» при АН СССР
«Земля и Вселенная», 1980, № 1.

СДАНЫ НА ХРАНЕНИЕ

10 января посол Австрийской Республики в СССР д-р Г. Хинтерэггер сдал на хранение правительству СССР грамоту о ратификации Австрийской Республикой Конвенции о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами, от 29 марта 1972 года. От имени правительства СССР ратификационную грамоту принял генеральный секретарь МИД СССР И. М. Ежов.

(ТАСС)

«Известия», 12 января 1980 г.

5 марта посол Социалистической Республики Румынии в СССР Траян Дудаш сдал на хранение правительству СССР грамоту о ратификации Социалистической Республикой Румынией Конвенции о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами, от 29 марта 1972 года.

(ТАСС)

«Известия», 6 марта 1980 г.

Правительству СССР сдан на хранение документ о присоединении Социалистической Республики Вьетнам к Договору о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела, от 27 января 1967 года.

(ТАСС)

«Известия», 25 июня 1980 г.



Академик Борис Николаевич Петров

БОРИС НИКОЛАЕВИЧ ПЕТРОВ

Советская наука понесла большую утрату. 23 августа 1980 г. на 68-м году жизни после тяжелой болезни скончался выдающийся советский ученый и организатор науки вице-президент Академии наук СССР, председатель совета «Интеркосмос» при Академии наук СССР, академик-секретарь Отделения механики и процессов управления АН СССР, депутат Верховного Совета РСФСР, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии и Государственной премии СССР академик Борис Николаевич Петров.

Ушел из жизни крупнейший ученый в области проблем управления, талантливый организатор космической науки и международного сотрудничества в этой области, видный общественный деятель, замечательный человек, отдавший всю свою жизнь служению Родине, великому делу строительства коммунизма.

Б. Н. Петров родился 11 марта 1913 г. в Смоленске. После окончания в 1939 г. Московского энергетического института он начал научную деятельность в Институте проблем управления (автоматики и телемеханики).

Б. Н. Петровым внесен выдающийся вклад в развитие теории и практики автоматического управления промышленными объектами и объектами новой техники с применением вычислительных средств, в развитие теории и систем автоматизации научных исследований и проектирования. Им получены основополагающие результаты в теории

автоматического управления сложными объектами, теории инвариантных, терминальных, самонастраивающихся и адаптивных автоматических систем управления, систем с переменной структурой и в информационной теории управления, которые при его участии нашли широкое применение при построении систем управления техническими объектами и объектами авиационной и ракетно-космической техники.

За выдающиеся научные достижения Б. Н. Петров в 1953 г. был избран членом-корреспондентом, а в 1960 г. — действительным членом Академии наук СССР.

В последние годы Б. Н. Петров руководил в нашей стране научными программами исследования космического пространства. Он стоял у истоков международного сотрудничества в области исследования и использования космического пространства и внес большой вклад в организацию и деятельность совета «Интеркосмос» при Академии наук СССР, председателем которого он был с 1966 г.

Б. Н. Петров был членом Комитета по Ленинским и Государственным премиям в области науки и техники при Совете Министров СССР. Он уделял большое внимание подготовке и воспитанию научных кадров, более 30 лет руководил кафедрой систем автоматического управления летательными аппаратами в Московском авиационном институте им. С. Орджоникидзе.

О широком международном признании плодотворной деятельности Б. Н. Петрова свидетельствует его избрание иностранным членом академий наук ряда социалистических стран, действительным членом Международной академии астронавтики и награждение иностранными орденами и медалями.

Коммунистическая партия и Советское правительство высоко оценили заслуги Б. Н. Петрова перед Родиной. Он удостоен звания Героя Социалистического Труда, награжден пятью орденами Ленина, орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, Красной Звезды и медалями.

Светлая память о Борисе Николаевиче Петрове — выдающемся ученом, талантливым организаторе науки, пламенном патриоте, человеку большой душевной чистоты и обаяния — навсегда сохранится в сердцах советских людей.

Л. И. Брежнев, Ю. В. Андропов, В. В. Гришин, А. А. Громыко, А. П. Кириленко, А. Н. Косыгин, А. Я. Пельше, М. А. Суслов, Н. А. Тихонов, Д. Ф. Устинов, К. У. Черненко, М. С. Горбачев, П. Н. Демичев, В. В. Кузнецов, Б. Н. Пономарев, М. С. Соломенцев, И. В. Капитонов, В. И. Долгих, М. В. Зиянин, К. В. Русаков, Л. В. Смирнов, Г. И. Марчук, А. П. Александров, С. П. Трапезников, И. Д. Сербин, В. А. Котельников, Е. П. Велихов, Ю. А. Овчинников, А. В. Сидоренко, П. Н. Федосеев, А. А. Логунов, В. А. Коптюг, Г. К. Скрябин, С. А. Афанасьев, В. П. Елютин, В. А. Казаков, И. Ф. Образцов, В. Н. Макеев, В. А. Шаталов, Г. Т. Береговой, Н. А. Пилюгин, О. М. Белоцерковский, Р. З. Сагдеев.

«Правда», 27 августа 1980 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | | Спутники над океаном | 109 |
| Космические высоты страны Октября | 3 | Космонавты над океаном | 110 |
| Орбиты мужества и славы (ТАСС) | 5 | Над миром льда | 112 |
| Проторившему дорогу в космос (ТАСС) | 7 | На пути к орбитальному заводу | 115 |
| Гордимся вами, герои космоса! | 11 | Солнечная энергия в космической технологии | 118 |
| Путями атомов | 13 | Такая она, невесомость | 119 |
| I. ПОДГОТОВКА И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ | | Кристаллы из космоса | 120 |
| Юбилей Звездного городка | 16 | Климат Земли | 123 |
| Есть ли предел работы в космосе? | 23 | Хроника | 125 |
| Космический профиль | 29 | Запуски метеорологических спутников в 1980 г. | 125 |
| «Салют-6»: технические эксперименты | 32 | Запуски спутников связи в 1980 г. | 126 |
| Байконуру — четверть века | 33 | IV. ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ | |
| Новое поколение «Союзов» | 37 | Луна — далекая и близкая | 127 |
| Путь на орбиту | 39 | Проблемы астрофизических исследований Луны | 135 |
| Какой молоток нужен в космосе? | 44 | Необычное свойство лунного реголита | 138 |
| Жизнеобеспечение в космосе | 45 | Почему не ржавеет лунное железо | 143 |
| II. КОСМОС — НАУКЕ | | V. ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНЕРЫ | |
| Сообщение ТАСС. На орбите — «Прогноз-8» | 54 | Точность — астрономическая | 147 |
| Солнечный ветер и межзвездная среда | 54 | Венера глазами ЭВМ | 149 |
| Физика в космосе | 60 | Гамма-всплески | 151 |
| Всплески гамма-излучения | 61 | В зеркале «Утренней звезды» | 152 |
| ЛЭП из космоса | 65 | VI. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО | |
| Запуски спутников серии «Космос» в 1980 г. | 68 | В интересах мира и прогресса | 156 |
| III. КОСМОС — НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ | | Вместе к новым высотам | 160 |
| Задачи исследования природных ресурсов Земли космическими методами | 70 | Хроника | 162 |
| Структура космической системы изучения природных ресурсов Земли | 76 | Окрыленные дружбой | 162 |
| Развитие и использование аэрокосмических исследований природных явлений и ресурсов в Сибири и на Дальнем Востоке | 81 | Готовясь к совместному полету | 164 |
| Земные глубины с орбиты | 89 | «Вертикаль-8» исследует Солнце | 165 |
| Космический спектрограф | 92 | Поздравление Президенту и Премьер-министру Республики Индии | 167 |
| Помогли наблюдения из космоса | 95 | Благодарности за поздравление Генеральному секретарю ЦК КПСС председателю Президиума Верховного Совета СССР | 167 |
| По «совету» спутников | 95 | Л. И. Брежневу | 167 |
| Космическая минералогия | 96 | Передаёт «Марс» (ТАСС) | 168 |
| Земля: вид из космоса | 97 | Помощь придет из космоса | 168 |
| Космическое лесоведение | 99 | ООН и международное сотрудничество в космосе | 171 |
| Лес и космос | 102 | Сданы на хранение (ТАСС) | 173 |
| | | Борис Николаевич Петров | 174 |

1 р. 50 к.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»