

Ю. Колесников

ГОРИЗОНТЫ

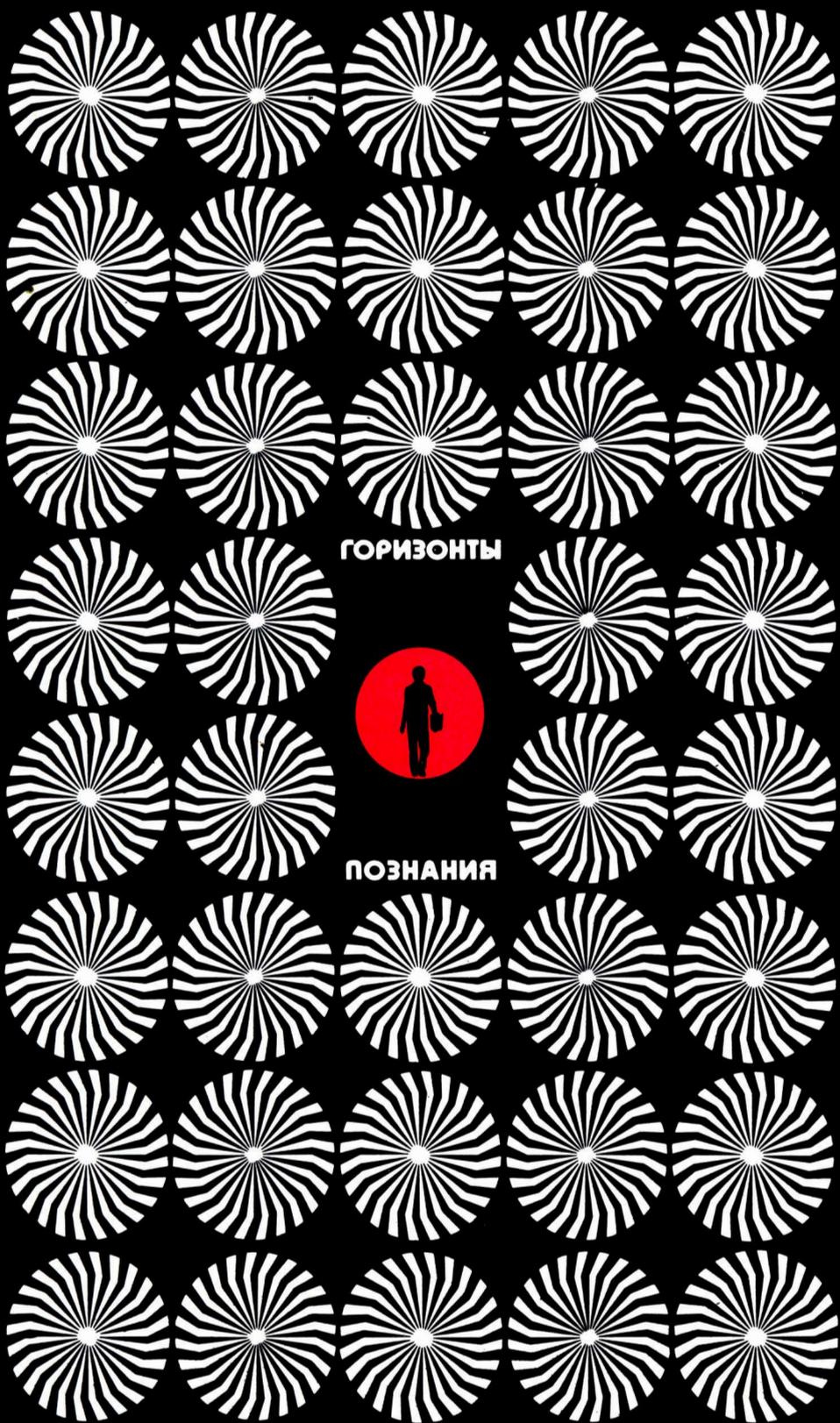
ПОЗНАНИЯ



Ю. Колесников

КОСМОС-  
ЗЕМЛЕ

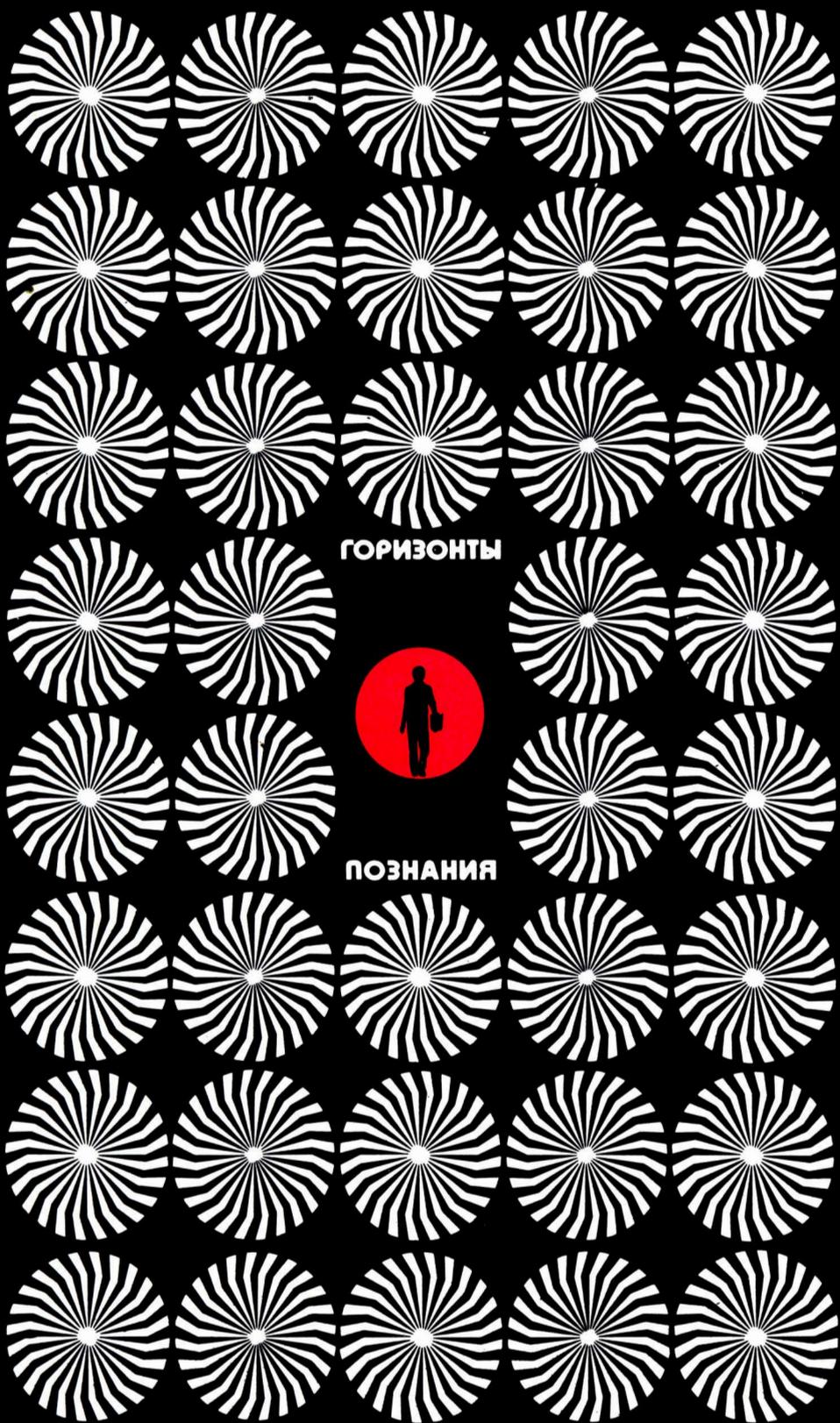




ГОРИЗОНТЫ



ПОЗНАНИЯ



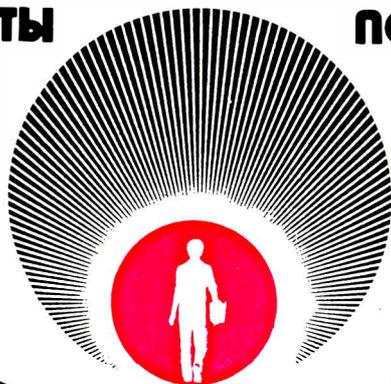
ГОРИЗОНТЫ



ПОЗНАНИЯ

**ГОРИЗОНТЫ**

**ПОЗНАНИЯ**



**Ю. Колесников**



**КОСМОС-  
ЗЕМЛЕ**

**Москва  
«Детская  
литература»  
1987**

39.6  
К60

НАУЧНО-ХУДОЖЕСТВЕННАЯ  
ЛИТЕРАТУРА

Научный рецензент Н. Новокщёнов

Рисунки и оформление Б. Чупрыгина

Схемы В. Храмова

К 4802020000—451 078—87  
М101[03]87

© Издательство «Детская литература», 1987 г.

«Я надеюсь, что мои работы, может быть скоро, а может быть в отдаленном будущем, дадут обществу горы хлеба и бездну могущества».

К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ

Эту книгу будут читать молодые люди, которые знают о первом спутнике, полете Гагарина, первом шаге человека в космическую бездну только из книг, кинофильмов и воспоминаний старших. Чужая память не в силах передать неповторимость атмосферы тех дней, того неожиданно сильного чувства общности, которое охватывало людей Земли во время этих событий. Что это было? Гордость за могущество человека или потрясение величием вплотную приблизившейся Вселенной? Наверное, и то и другое. Но только очень немногие видели тогда, какие гигантские перемены несет космонавтика сложившемуся веками укладу жизни, как стремительно врывается она в нашу повседневность.

Нередко поднимавшийся поначалу вопрос, стоит ли тратить огромные средства на ракеты, спутники, орбитальные и межпланетные станции, давно стал анахронизмом. Хорошо известно, насколько богаче стали знания об окружающем нас мире всего за тридцать лет космической эры. В космонавтике, как нигде, подтверждается и справедливость тезиса о «практичности хорошей теории». Неизмеримо расширившиеся возможности сравнения нашей планеты с ее соседями по Солнечной системе дают сильнейший импульс для решения таких фундаментальных земных проблем, как внутреннее строение Земли, связь происходящих на ней глобальных процессов с космическим окружением, эволюция климата, происхождение и развитие жизни.

Успешно решает космонавтика и другие практические задачи. Вещами оказались слова академика С. П. Королева, сказанные им в своеобразном «завещании» — последней статье, опубликованной за две недели до его безвременной кончины: «Орбитальные полеты в околоземном космическом пространстве в дальнейшем могут быть с успехом и эффективно использованы при решении ряда задач для народного хозяйства».

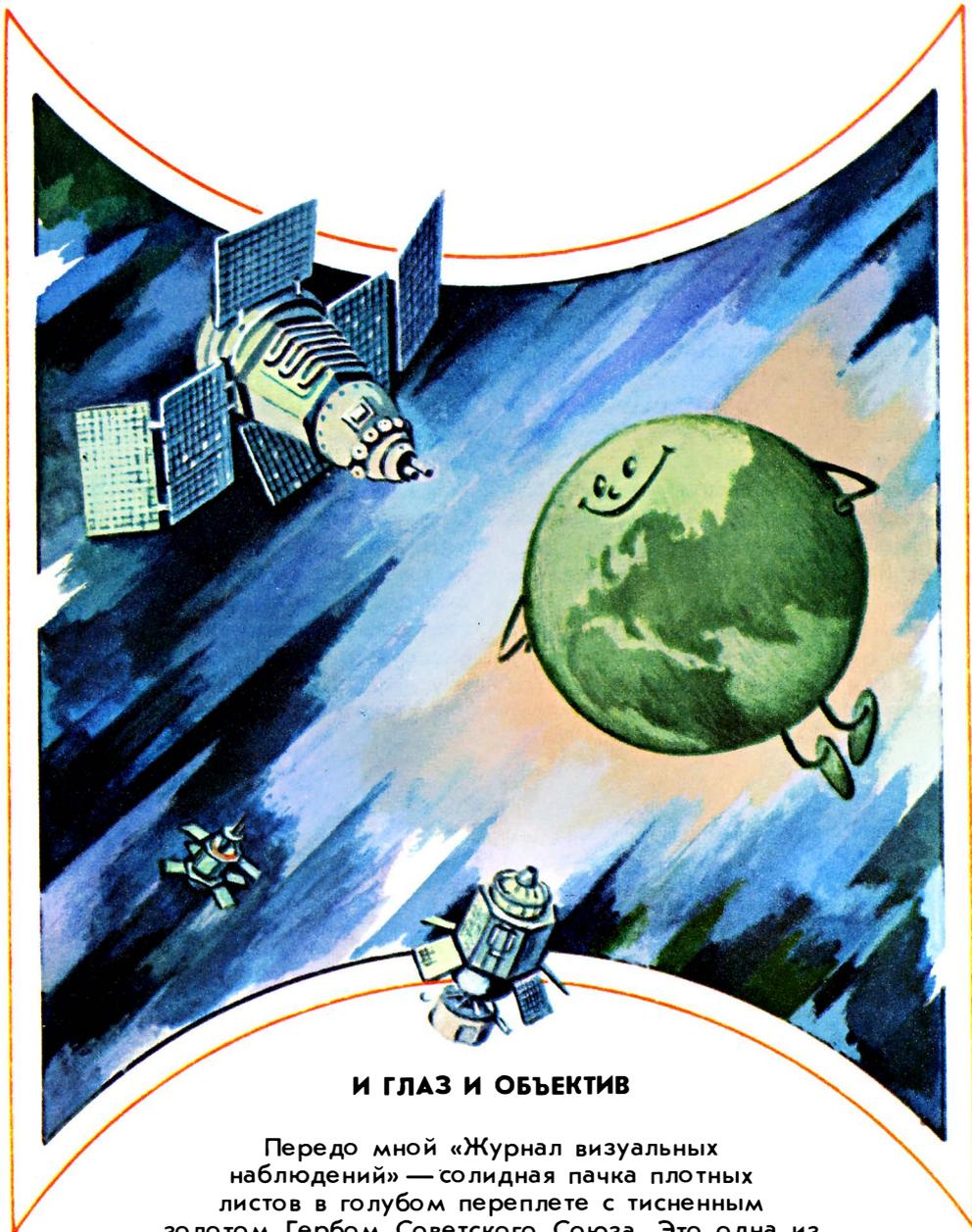
В наши дни спутники следят за погодой, чистотой окружающей среды, обеспечивают связь между странами и континентами. В невесомости получают новые материалы для электронных и оптических приборов, приступают к производству ценных лекарственных препаратов. На орбитах вокруг Земли оборудуются наблюдательные пункты для изучения ее геологии, морей и океанов, быстро растущих городов, лесов, сельскохозяйственных угодий.

О том, как космические средства используются для улучшения жизни людей, повышения их материального благополучия и духовной культуры, как они служат укреплению дружбы и взаимопонимания между народами, и рассказывает эта книга.

# Часть I



# ВИЖУ ЗЕМЛЮ



## И ГЛАЗ И ОБЪЕКТИВ

Передо мной «Журнал визуальных наблюдений» — солидная пачка плотных листов в голубом переплете с тисненным золотом Гербом Советского Союза. Это одна из копий, которыми пользуются специалисты в Центре управления. Оригинал космонавты берут с собой на борт орбитальной станции. В книге несколько разделов: геология, вулканология, сельское хозяйство, наблюдения лесов, ледников, пустынь,

Мирового океана... Разнообразные задания, методики наблюдений, карты и схемы, советы и рекомендации, бланки для записи результатов.

А начиналось все с восхищенных возгласов Юрия Гагарина: «Вижу Землю!.. Различаю складки местности, снег, лес... Наблюдаю облака... Красиво. Красота!» Потом были новые полеты, и все их участники каждую свободную минуту старались провести у окошек — иллюминаторов. Но уже вскоре простое разглядывание Земли превратилось в обязательную часть программы работы каждого экипажа — визуальные наблюдения.

— Леня, смотри — вот мост через Босфор. — Это ветеран космоса В. Рюмин помогает впервые очутившемуся на орбите Л. Попову разглядеть внизу самые мелкие подробности. А станция тем временем приближается к Каспию.

— Как красиво выглядит дельта Волги...

— Да, ее всегда отличишь от других рек.

Обмен впечатлениями длится

недолго. Его прерывают указания дежурного геолога.

— Сейчас подлетаете к знаменитому разлому. Помните, я вам показывал его с самолета? Это, так сказать, эталонный разлом, для тренировки. Проследите его. Главное — привыкнуть к географии, научиться «читать» местность.

От земли космонавтов отделяют обычно 200—300 километров. Много ли можно увидеть с такой высоты? Конечно, обзор отсюда очень хороший. Взгляд охватывает огромную территорию площадью порядка 200 тысяч квадратных километров. Но это картина в целом, а детали?

Физиологи считают, что с высоты 200 километров человек способен различать предметы с размерами не менее 60—100 метров. Однако во время полетов у некоторых космонавтов неожиданно и довольно заметно повышалась острота зрения. Так было у А. Елисеева, В. Севастьянова, американского астронавта Г. Купера, а позже и у других космонавтов.



*Вид на Землю через иллюминатор орбитальной станции.*

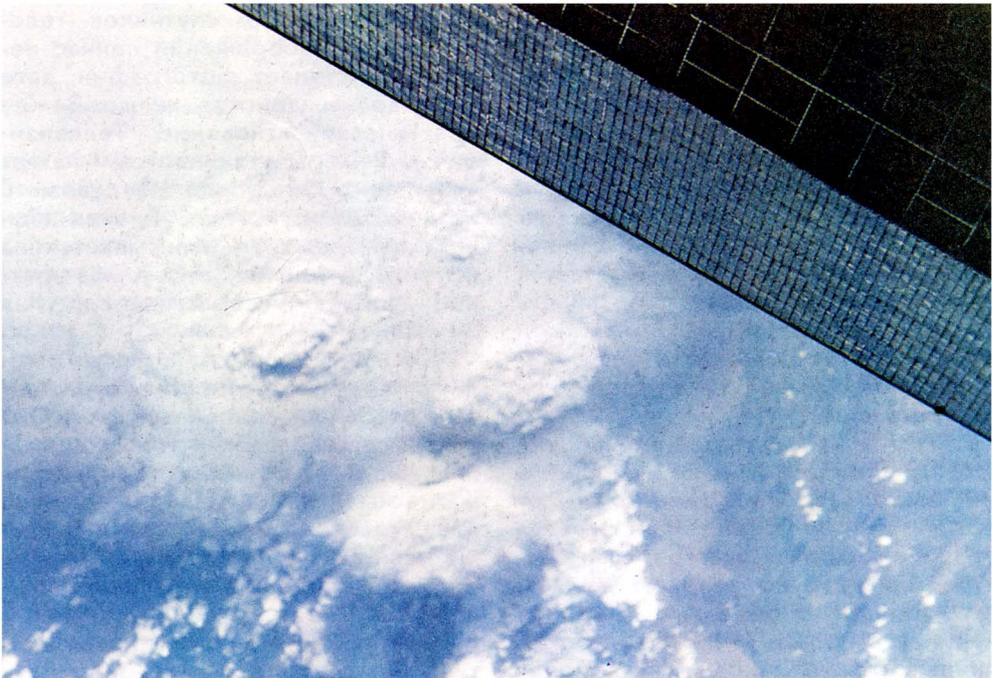
## МОЖНО ЛИ С ОРБИТЫ УВИДЕТЬ СВОЙ ДОМ?

Шли тридцатые сутки полета орбитальной станции «Салют-4». «...Сегодня я видел Сочи,— записал в дневнике космонавт В. Севастьянов.— Видел в ясную, солнечную погоду. Видел отчетливо порт, видел наш дом... Трудно поверить, правда? Но я действительно видел из космоса тот маленький двухэтажный домик в Сочи, в котором я вырос и в котором и сейчас живут мои родители. Как я искал свой дом? Сначала я высматривал на Кавказском побережье мыс Адлер. Река Мзымта, впадая в районе Адлера в море, резко подкрашивает морскую воду своим илом. Это самый точный ориентир. Для привязки я находил Адлер, а чуть-чуть дальше уже видел и сочинский порт. А прямо по оси от главного причала чуть выше, у основания телевышки, находил и свой дом. Видел его как маленькую точку среди деревьев — наш дом окружен кипарисами».

И в самом деле, как в это поверить? Неоднократно измеренная, в том числе и в космосе, острота зрения человека не позволяет различать с такой высоты столь малые предметы. Но Севастьянов видел. Так же как и другой космонавт заметил однажды грузовик, движущийся по пустынному шоссе.

В. Коваленок рассказывал: «Иногда наблюдаем эффект увеличения атмосферы. Смотришь в иллюминатор и видишь землю точно через линзу: в центре увеличивает, а по краям уменьшает... Словно смотришь в шестикратный бинокль. Необычно, но я отчетливо видел ущелье, склоны прямо обрулены».

Оказалось, космонавт не ошибся. Между ним и землей действительно находилась линза. Только состояла она не из стекла, а из воздуха. Расчеты показали, что при определенных условиях атмосфера может образовывать нечто вроде огромных увеличительных стекол. Они-то и усиливают зрение космонавтов.



*Плывут над планетой облака.*

Чаще всего в поле зрения космонавтов оказываются облака. Разнообразие и красоту их форм после Ю. Гагарина отмечали все участники космических полетов. Иногда сквозь облака пробиваются яркие, оранжево-красные вспышки молний. Кстати, восприятие красок в космосе несколько ухудшается. В невесомости у человека заметно снижается ощущение яркости цветов, особенно плохо реагирует глаз на изменение интенсивности красного цвета.

Ярче облаков с орбиты выглядит только снег. Но это лишь кажется. Объективные измерения приборов, как ни странно, свидетельствуют об обратном. Хорошо видны из космоса горы, реки, пустыни, леса и поля, широкие океанские просторы. На мелководьях просматривается рельеф дна, не ускользают от взора космонавтов и волнующие морскую поверхность штормы. Тренированные космонавты неплохо различают особенности строения земной поверхности. Зная, как выглядят различные геологические структуры, они находят аналогичные образования, замечают новые черты уже известных объектов.

Переданные с орбиты зрительные впечатления представляют большой интерес для специалистов. Однако их ценность во многом зависит от личности наблюдателя, его характера, психологии, склонностей, особенностей зрения. Усталый космонавт не так внимателен, возбужденному могут помешать эмоции, каждый волен иметь свои «любимые» объекты, которые невольно отодвигают на второй план все остальные.

Всех этих недостатков лишена фотография. Фотоаппарат ничего не выделяет, ничему не отдает предпочтения. Достаточно навести его на выбранный участок, и он бесстрастно и точно запечатлеет все, что попадет в объектив. Поэтому, начиная с полета Г. Титова, каждый экипаж обязательно берет в полет несколько фотокамер. Главное до-

стоинство фоторегистрации — ее объективность и большой объем информации на снимках. Однако, как и при визуальных наблюдениях, съемка возможна только над освещенной Солнцем стороной планеты и при безоблачном небе, к тому же ученым приходится ждать, пока пленки вместе с космонавтами вернутся на Землю.

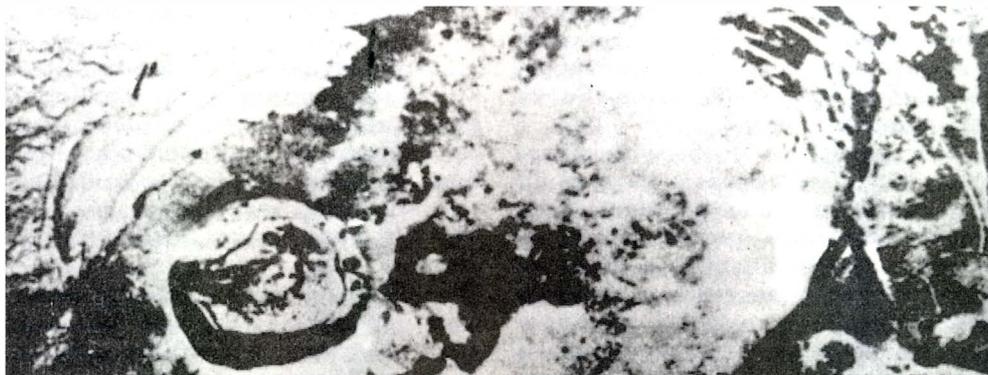
Последнее устраивает далеко не всех потребителей космической информации. Самые терпеливые из них — геологи. Их объекты формируются миллионы лет, и несколько недель или месяцев для них ничего не решают. А вот в океане или на засеянных полях обстановка может меняться очень быстро — иногда в считанные дни и даже часы.

Предупреждения о лесных пожарах, угрозе стихийных бедствий, переменах погоды ждать не могут. Оперативными должны быть и сообщения о движении границ выпавших и тающих снегов, замерзании и вскрытии рек, ледовой обстановке в приполярных районах. В этих случаях на выручку приходит телевидение. И хотя качество передаваемых с автоматических спутников телевизионных изображений сейчас несколько уступает фотографии, зато радиоволны доносят их до Земли практически мгновенно. Телевизионные камеры включаются и на тех участках орбиты, где нет связи с приемными пунктами. В этих случаях изображение записывается на магнитную пленку, а потом в нужное время «сбрасывается» на Землю.

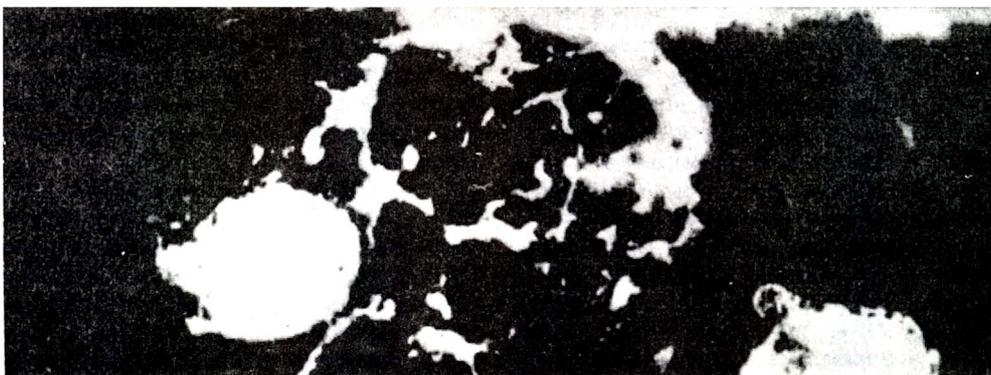
Космонавты видят, а фото- и телекамеры регистрируют отраженный от Земли солнечный свет. Однако видимый свет — это лишь малая часть всего спектра электромагнитных волн. Например, все даже слабо нагретые тела испускают невидимые инфракрасные лучи. Излучает тепловую энергию и земная поверхность.

Снятая из космоса тепловая картина Земли содержит немало ценной информации, которую другими

а)



б)



*Пример сопоставления снимка, полученного в инфракрасных лучах, и фотоснимка действующего вулкана Килауэа на Гавайских островах:*

*а) фотоснимок вулкана;*

*б) инфракрасное (тепловое) изображение того же участка. Наиболее теплые участки — жерла вулкана, выходы горячих подземных вод и газов — изображаются светлым тоном.*

способами получить трудно. Особенно удобна тепловая съемка при наблюдениях вулканической деятельности. У нас в стране такие исследования ведутся на Камчатке и Курильских островах. Кроме наиболее интенсивных очагов выделения тепла, таких, как кратеры действующих вулканов, на космических снимках четко выделяются места выходов на поверхность горячих вод и газов, хорошо прослеживаются направления движения термальных источников. Заметны из космоса и признаки предстоящих извержений. Задолго до пробуждения вулканов инфракрасная съемка выявляет на них тепловые аномалии.

Контрастность инфракрасного

изображения определяется температурой: чем теплее объект съемки, тем светлее он будет выглядеть на тепловом космическом снимке. Конечно, в районах вулканической активности температурные контрасты достаточно велики. Но инфракрасные приемники спутников реагируют и на менее заметные тепловые неоднородности.

На общем фоне Мирового океана выделяются теплые и холодные течения. Растительность, пораженная засухой, болезнями, вредителями, страдающая от засоления почв, страдает на инфракрасных снимках более «теплой» по сравнению с нормально развивающейся. Таким же образом проявляют себя прячущиеся под покровом леса

и остывающие после захода солнца обнажения коренных горных пород, а выходы грунтовых вод, наоборот, отличаются от рек и озер более «холодным» тоном.

По сравнению с обычной фотографией, у инфракрасной съемки есть большое преимущество — вести ее можно не только днем, но и ночью. А что делать, если исследуемый район надолго скрылся под облаками? Составляющий их водяной пар совершенно непрозрачен для инфракрасных лучей. На помощь приходят радиоволны, которые «не замечают» облаков. Посланные со спутника и отраженные земной поверхностью, они позволяют получать радиолокационные снимки рельефа местности. Кроме того, метод радиозондирования дает дополнительные сведения о физических характеристиках поверхностного слоя грунта — его плотности, пористости, электрических и магнитных свойствах.

Как правило, съемки из космоса проводятся одновременно в нескольких диапазонах электромагнитных волн. Для этого автоматические и пилотируемые космические аппараты оборудуются целым набором приборов, предназначенных для исследования Земли. Сочетание различных методов позволяет получить наиболее полную информацию об исследуемых объектах.

Выделив на телевизионном кадре или фотоснимке интересующие его уголки, агроном может обследовать их и с помощью космических приборов инфракрасного видения или радиолокационного зондирования. При этом будут обнаружены участки посевов, зараженных болезнями или вредителями, получены данные об увлажненности почв.

Приведенный пример касается земледелия, но такой же комплексный подход практикуется и на всех других направлениях хозяйственного использования космической информации.

## ЧЕМ ХУЖЕ, ТЕМ ЛУЧШЕ

Научная ценность любого снимка обычно определяется размером различаемых на нем деталей. Или, как говорят, его разрешением. Чем больше подробностей «разрешает» увидеть фотография, тем она лучше. Но, оказывается, бывает и наоборот.

На космических снимках отчетливо проявляется то, чего никакими другими способами обнаружить не удастся. В кадре, охватившем площадь, равную территории всей Западной Европы или Индии, опытный глаз может выделить основные черты строения земной коры в этом районе. И способствует этому именно отсутствие второстепенных деталей.

...На снимке Обского бассейна, снятом с одного из спутников «Метеор», самой реки и не видно: слишком высоко. Вместо Оби по черно-белому пространству Западно-Сибирской равнины змеится широкая бледная полоса. Таким впервые открылся геологам обский грабен — участок земной коры огромной протяженности, просевший между двумя вытянутыми глубинными разломами.

Глубинными они называются недаром. Рассекая земную кору на протяжении тысяч и уходя в глубину на сотни километров, эти гигантские трещины густой сетью покрывают всю планету. Однако с поверхности разломы, как правило, не видны. Землетрясения, водные потоки, движущиеся ледники, ветры, сезонные смены температур миллионы лет разрушали горные породы, перемешивали их, переносили с места на место и в результате укрыли поверхность Земли многокилометровым чехлом рыхлых отложений, надежно упрятав под ним разломы. Так было и в Сибири. Поэтому до получения снимков из космоса никто не подозревал и о существовании обского грабена.

В том же космическом полете

и той же аппаратурой был снят и знаменитый, давно вошедший в учебники геологии грабен Рейна. Оба кадра без комментариев показали специалисту: «Какой из них рейнский?» Палец, не колеблясь, уперся в первую фотографию — столь типичным выглядело из космоса открытое на территории нашей страны образование.

«Лицом к лицу лица не увидать. Большое видится на расстоянье». Строчки С. Есенина уже давно вошли в поговорку, обрели многозначность. Но если иметь в виду лик Земли, то слова эти верны в самом прямом смысле. Только космическая высота позволила связать воедино отдельные, кажущиеся независимыми детали строения местности, объединить разрозненные расстоянием части в качественно новое целостное изображение. Вот почему на космических снимках, как бы проступая сквозь ковер лесов, пески, складки гор, просматривается структура потаенных недр. И чем выше поднимается наблюдатель, будь то космонавт или автоматический спутник, тем глубже проникает его взгляд.

Каким образом глубинные структуры отражаются на космических снимках, все еще остается не вполне ясным. Возможно, перемещения, вызвавшие когда-то в земной коре крупные сдвиги, еще не совсем затухли и, значительно ослабленные, продолжают и в наше время. Естественно, такие явления должны сказываться и на рельефе местности. Другой причиной превращения «тайного в явное» может быть повышенная проницаемость глубинных разломов для поступающих из недр тепла, газов, подземных вод. Это не может не отражаться на состоянии растительности и выходящих на поверхность горных пород.

Как бы то ни было, временное отсутствие строгих научных объяснений не мешает геологам пользоваться космическим «рентгеном» в практических целях. Было бы,

однако, наивно думать, что из космоса можно непосредственно открывать залежи полезных ископаемых. Речь идет совсем о другом. С орбит обнаруживаются геологические структуры, в которых возможны месторождения. Съемка из космоса помогает лучше понять закономерности строения земной коры и — уже как следствие — размещения нужных человеку минералов.

Как-то мне довелось побывать в одной из экспедиций Объединения «Аэрогеология». Имея богатый опыт фотографирования Земли с самолетов, специалисты этой организации стали первыми обрабатывать и расшифровывать для геологов космические снимки. На фотографии, сделанной с борта орбитальной станции «Салют-4», нетрудно узнать характерные очертания Камчатки. Но вот дальше... «Смотрите, как все вулканы укладываются на один разлом», — повел указкой начальник экспедиции, но, поймав мой непонимающий взгляд, остановился.

О разломах я слышал здесь уже не первый раз и даже успел привыкнуть к их виду; жирные черные линии отчетливо выделялись на красочных схемах и картах. Но на снимках все выглядело по-другому. Вот цепочка кратеров, на некоторых из них белеют снежные шапки. Но где же разлом? «Да вот же он», — удивлялись хозяева. Конечно, пятиминутное объяснение не могло заменить многолетней тренировки в «чтении» крупномасштабных изображений Земли, но кое-что увидеть все-таки удалось. Между вулканами действительно тянулись неясные тени. Это «просвечивали» разломы.

Немало их обнаружили и в других местах нашей страны. Так, Средняя Азия и Кавказ оказались рассеченными крупными глубокими трещинами. На них наложился практически все известные в этом районе нефтегазовые месторождения, в том числе и знаменитый Бакинский бассейн.

Тяготение нефти и газа к разломам было известно и раньше. Только вот обнаружить подземные разрывы подчас бывало потруднее, чем найти сами месторождения. Возьмем тот же обский грабен. Знать бы о нем раньше — не пришлось бы, возможно, потратить столько сил и средств на поиски широко известного ныне Самотлора. Сейчас ясно, что лежит эта богатейшая кладовая на пересечении грабена с одним из поперечных разломов, кстати, тоже ранее неизвестным.

### СИБИРСКИЕ РЕКИ ИЗ КОСМОСА

Каждое лето поля Средней Азии страдают от недостатка влаги. Растекаясь по оросительным каналам, истощаются ее главные источники — Амударья и Сырдарья. А могучие Обь, Енисей, Лена уносят в Северный Ледовитый океан столько пресной воды! Почему бы северу не поделиться с югом своими богатствами? Эта мысль давно волновала ученых и хозяйственников. В разработке проекта переброски части стока сибирских рек в засушливые южные районы участвовали многие научно-исследовательские и проектные организации. Немалым подспорьем был для них взгляд из космоса.

На снимках, сделанных с искусственных спутников, неожиданно «проявились» древние, давно погребенные под землей русла Енисея, Оби и других сибирских рек. Они помогли выбрать наиболее экономичную трассу будущей магистрали. В другом случае проектировщики исследовали один из вариантов использования под русло канала реки Тургай. Однако на космических снимках под руслом реки был обнаружен пересекающий его глубинный разлом. Движения разделенных разломом блоков коры стали причиной образования многочисленных подземных трещин, по

которым к поверхности поднимаются глубоко залегающие соленые воды. Если бы канал, как намечалось, проложили через эту зону, подземные рассолы заметно ухудшили бы качество сибирской воды.

В 1986 году подготовка к осуществлению проекта переброски рек уже вступила в завершающую стадию. Однако, в связи с обращениями общественности, ЦК КПСС и советское правительство вновь рассмотрели эту проблему и сочли ее недостаточно изученной. Поэтому начатые работы было решено прекратить, одновременно поручив ведущим научным организациям страны продолжить исследования, направленные на более рациональное использование местных водных ресурсов.

Всю стену в кабинете начальника экспедиции занимала большая геологическая карта Советского Союза. Составляя ее, люди с набитыми камнями неподъемными рюкзаками исходили всю страну, сотни часов провели в воздухе, фотографируя с самолетов район за районом. А в итоге этой колоссальной работы обнаружили далеко не все важные элементы геологического строения. И это понятно: по редким выходам на поверхность коренных пород трудно, а подчас и вовсе невозможно предсказать, что творится в недоступных недрах. Да и космонавты не сразу могут разобраться в сложной геологической ситуации. «Вначале казалось, есть однозначность ответа,— записывал в дневник космонавт В. Лебедев,— посмотрел с одного-двух витков и убедился, есть разлом или нет. Кажется, все. Но оказывается, что картина этого района, если долго его наблюдать, меняется в зависимости от времени года, от витка, от положения Солнца, от того, как ты подходишь к данному месту — сверху или снизу. То есть все время ты открываешь для себя что-то новое в геологии структур и их привязке.

Стали не только видеть больше деталей, но и научились проследить основные черты структур, выделять их главные линии...»

Зато, освоив приемы наблюдения Земли, космонавты обретают необыкновенную зоркость. Тот же В. Лебедев сотни раз пролетал над озером Балхаш и только через два месяца после старта увидел, что оно «является началом разлома. Один хвост озера загибается на юг Казахстана, а другой — на юго-восток и продолжается цепью озер на территории Монголии. Они также вытянуты, как бы завершают форму Балхаша, и связаны между собой темной полоской разлома, занесенного песком, как след от ножа». Тут же в дневнике космонавт подвел итоги: «Разломов на карту нанес столько, что она должна, наверно, скоро треснуть».

При наложении карт известных месторождений полезных ископаемых на «космические» схемы обнаружилось немало любопытных совпадений. словно иллюстрируя ломоносовское «Слово о рождении металлов от трясения Земли», места добычи металлических руд концентрировались в точках пересечения разломов. Приуроченными к гигантским трещинам оказались даже угольные залежи. Это показалось странным. Хотя, собственно, почему? Как уже говорилось, над разломами создаются специфические условия: иной, чем в других местах, тепловой режим, повышенное выделение газов, магнитные, электрические и гравитационные аномалии. Все это не может не влиять на растительность. И вполне вероятно, что именно здесь возникла когда-то подходящая среда для образования угля из древних палеозойских лесов.

## ГОЛУБЬ ВМЕСТО СПУТНИКА

...Голубя сопровождал вертолет. Птица имела все основания важничать — почетный эскорт снаря-

жали для нее ученые четырех академических институтов. Но ни о чем таком голубь, естественно, не думал. Он хотел одного: быстрее добраться домой, в голубятню, где его ждал корм и общество таких же, как он, пестрых почтарей. И потому ему не было никакого дела до рокоющей поодаль металлической стрекозы.

Зато сидящим в ней людям хотелось знать о нем все: не только куда и с какой скоростью направляется птица, но и что при этом происходит у нее в голове. Подведенные к мозгу голубя электроды соединялись с привязанным к телу миниатюрным радиопередатчиком. Его сигналы принимались и записывались на борту вертолета. Таким образом регистрировалась электрическая активность мозга летящей птицы.

Голубь летел по прямой, кратчайшим путем ведущей его к дому. Но что это? Птица неожиданно резко изменила направление и беспорядочно заметалась, совершая хаотические рывки в разные стороны. Так продолжалось пять, десять, двадцать минут... Но вот, словно вырвавшись из невидимых пут, голубь снова взял прежний курс, уверенно продолжив прерванный маршрут.

Поведение птицы вызвало явное удовлетворение в вертолете. Как здесь и ожидали, голубь потерял ориентировку, когда пролетал над скрытым в недрах и замеченным со спутников глубинным разломом. По-видимому, крылатого путешественника сбили с толку существующие в этой зоне геофизические аномалии.

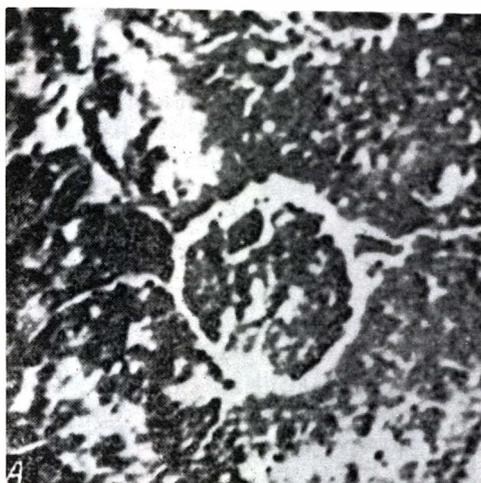
Ученые уже давно подозревали, что уникальные навигационные способности птиц как-то связаны с восприятием ими информации о различных геофизических явлениях. Эксперименты с голубями подтвердили эту точку зрения. Влетая в зону разлома, они начинали беспомощно блуждать, словно в них внезапно выключался автопилот.

Отмечая места, где птицы сбивались с курса и снова выходили на верный путь, можно было и без помощи космического глаза безошибочно нанести на карту контуры гигантской подземной трещины. У разлома птицы явно испытывали стресс — электрическая активность их мозга здесь резко возрастала.

Исследования Земли с больших высот ведутся уже не один десяток лет. Самолеты и спутники оснащают фотографическими, телевизионными, инфракрасными и радиолокационными системами — сложной электронной и оптической аппаратурой, весящей десятки, а то и сотни килограммов. А тут голубь! Правда, тоже технически оснащенный. Но насколько проще выглядит этот живой прибор, который ученые всерьез предлагают использовать для разведки недр. Причем не только такой, которая дает сведения о сложившемся к настоящему времени строении земных глубин, но и рассказывающей о далеком прошлом земной коры. Ведь птицы передают свои навигационные способности по наследству: указания, куда лететь на зимовку, птенцы получают еще не вылупившись из яйца.

Следовательно, все следующие поколения совершают осенние перелеты по трассам, проложенным их дальними предками, и вполне вероятно, что на этих маршрутах лежит печать древних геологических катаклизмов.

Но разломы — лишь часть геологической информации, получаемой со спутников. Из космоса можно проследить за жизнью земной коры, движением ее отдельных частей, за ее историей — скрытыми под покровом осадков древними вулканами, сводами, впадинами, другими гигантскими морщинами на застывшем лице планеты. С орбиты впервые заметили и большинство крупных кольцевых структур.



*Такой увидел кольцевую структуру на полуострове Лабрадор в Канаде телевизионный глаз спутника «Метеор». Снег, скопившийся в понижениях рельефа, четко выделил замкнутый контур этого образования.*

*Кольцевая структура Ришат в Мавритании (вид из космоса). Наибольший размер в поперечнике — 40 км.*

## ПАМЯТЬ ЗЕМЛИ

В это действительно трудно было поверить. До съемок из космоса на поверхности Земли никогда не замечали таких огромных овалов, дуг, окружностей. Да и немудрено: таинственные круги нередко достигали нескольких сотен

километров в диаметре. Наземные изыскания ясности не вносили. Чаще всего в местах, где из космоса просматривались закругляющиеся полосы, не находили ничего примечательного. Наверное, поэтому на первых порах разговоры о необычных образованиях нередко сопровождались ироническими улыбками. Но время шло, и повторные съемки раз за разом сокращали число сомневающихся. Сегодня убеждать в реальности кольцевых структур не приходится. Спорят лишь об их происхождении и природе.

Поначалу предположения, как это часто бывает, опережали факты. А факты, в свою очередь, постепенно накапливаясь, отбрасывали не удовлетворяющие им гипотезы. Одной из первых среди них была метеоритная. Отнести все или хотя бы большинство кольцевых структур к «звездным ранам» мешало многое. Странные кольца, как правило, ни с чем не считались. «Просвечивая» сквозь сплошную тайгу и барханы пустынь, они бесцеремонно пересекали водоразделы и горные цепи. А это означало, что образования эти залегают под наружной оболочкой планеты, уже потом смявшейся в складки или расколовшейся на громадные плиты. Сейчас принято считать, что многие кольцевые структуры являются отражением замкнутых разломов, погребенных в нижних слоях земной тверди. Так, кроме уже известных блоков коры, ограниченных прямолинейными разрывами, геологам открылись необычные овалы-блоки.

В центральных частях некоторых из них обнаружили древнейшие на Земле породы, время рождения которых приближалось к возрасту планеты. При этом обращало внимание разительное сходство их состава с составом базальтов лунных морей. Здесь же встречались крупные массивы анатозитов — породы, слагающей материковые районы Луны. Это были лишь намеки, другие аналогии стали напрашивать-

ся сами. Круги и кольца — преобладающая форма лунного рельефа. Ярко выраженных, как на Земле, линейных форм на Луне практически совсем нет. Участки, на первый взгляд прямые, почти всегда оказываются там фрагментами какой-либо большой кольцевой структуры. Так родилась гипотеза о «лунной» стадии развития Земли.

Согласно ей, Земля сразу после своего рождения была похожа на большую Луну. На планете, как и на ее естественном спутнике, поднимались из недр к поверхности огнедышащие потоки магмы. Потом они застывали, а вокруг оставались ослабленные зоны с повышенной проницаемостью. Возможно поэтому кольцевые разломы и просматриваются до сих пор. Ведь там внизу продолжают процессы радиоактивного распада с выделением большого количества тепла. И вполне естественно, подниматься вверх ему легче по следам прорыва расплавленных масс. А если какой-нибудь участок поверхности постоянно подогревается, то и грунт и растительность на нем будут хоть немного, да отличаться от окружающих. Вот вам и видимые признаки. Подчеркнем — видимые из космоса.

Сейчас уже имеются факты, подтверждающие эти предположения. Так, например, некоторые кольцевые структуры оказались связанными с тепловыми аномалиями. «Горячие пятна», как назвали их исследователи, неожиданно сыграли на руку мобилистам — сторонникам теории движения континентов.

Возьмите листок вощенной бумаги и медленно передвигайте его над горящей свечой. Направление движения зафиксируется последовательностью пятен расплавленного воска. Примерно так получилось и с Африканским континентом. Следы его дрейфа над расположенными под ним неподвижными очагами расплавленной магмы запечатлелись в цепочках «мигрировавших» кольцевых структур.

## ПО ЛУННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Когда советские автоматические станции доставили с Луны образцы грунта, их исследованием занялись многие научные учреждения. Каждый институт смог получить в свое распоряжение лишь считанные граммы взвешенного вещества. Пришлось ученым и инженерам разработать особо чувствительные способы анализа, придумать и изготовить специальные хитроумные и тонкие инструменты.

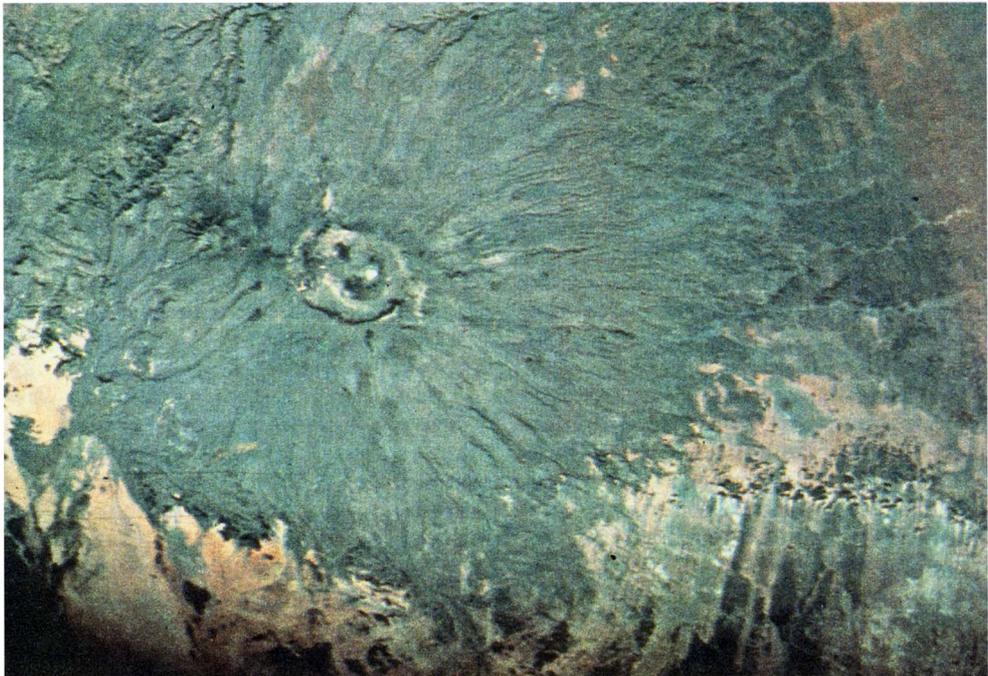
Изучение лунных частиц заняло сравнительно немного времени. А придуманные для этой цели методики и аппаратура продолжают использоваться и поныне. Теперь с их помощью исследуют редкие минералы, добытые из глубин земли. Так «лунная» технология помогает геологам познавать и собственную планету.

Недавно в Советском Союзе было зарегистрировано открытие, про-

ливающее свет на происхождение некоторых кольцевых разломов. Доказано, что их создают силы, действующие в недрах планеты. Время от времени с больших глубин всплывают крупные геологические тела, имеющие форму перевернутой капли. Они разрушают поверхностные слои, в которых и появляются при этом овальные трещины. В них начинают поступать насыщенные растворы солей, образующие светлоокрашенные минералы.

Эти породы и выдают такие кольцевые структуры космонавтам и спутникам.

Среди проступающих на космических снимках овалов и окружностей встречаются и образования другого происхождения. В Якутии и Казахстане, например, были обнаружены метеоритные кратеры. Узнать историю этих погребенных воронок помогли специфические минералы, которые образуются только при мощных взрывах.



*Так выглядит из космоса древний кратер вулкана в Африке.*

## ВОДОХРАНИЛИЩА В КРАТЕРАХ

Неожиданное применение нашли древние метеоритные кратеры, открытые разведкой из космоса в зоне, где прокладывался канал Иртыш — Джезказган. Ученые предложили использовать их для строительства водохранилищ. Дно и борта найденных углублений оказались настолько уплотненными, что вполне могли удерживать воду. Это подтвердилось при заполнении первого из них, превратившегося в Актастинское водохранилище. Теперь в Казахстане берут на учет и тщательно исследуют все сглаженные временем метеоритные кратеры, чтобы использовать их потом в качестве накопителей влаги.

Напомнили о себе и древние вулканы. Так произошло, в частности, на Дальнем Востоке. Десятки миллионов лет назад огнедышащие горы тянулись здесь цепью длиной около двух тысяч километров. Со временем многие вулканы успокоились, погасли, а затем осели и разрушились. Но следы их, как показала съемка из космоса, остались. И сегодня Охотско-Чукотский вулканический пояс — один из главных адресов геологического поиска в этой части страны.

Конечно, интересно было бы заглянуть «внутрь» кольцевых структур, проникнуть в их недра. Это сняло бы многие вопросы. Однако замкнутые разломы покоятся на таких глубинах, что на это трудно рассчитывать. И тем не менее такая возможность геологам может представиться. Неожиданно одну из крупных кольцевых структур вулканического происхождения обнаружили на космическом снимке Кольского полуострова. Она располагается как раз там, где проходят первую в мире сверхглубокую скважину. Сопоставление результатов бурения с космическими данными поможет не только уточнить представления о строении земной коры

в этом районе, но и лучше разобраться в процессах образования глубокозалегающих рудных месторождений.

## СНОВА «ЗЕМЛЯ САННИКОВА»?

Среди группы островов Де-Лонга остров Беннета один из самых отдаленных. Людей здесь нет, а ближайшая «дорога» — Северный морской путь — проходит в 400 км южнее. Поэтому заметить событие, нарушившее покой острова в феврале 1983 года, было просто некому. И только фотографии, переданные спутниками, донесли весть о случившемся.

На снимках над ледяной пустыней более чем на 200 км вытянулся мощный шлейф пара. Вулкан за Полярным кругом? Полвека назад академик В. Обручев говорил о возможной активности подземных сил в Арктике, но то была только гипотеза. В сентябре на место прибыла экспедиция Дальневосточного Института вулканологии. Однако к этому времени на острове не осталось никаких следов происшедшего: арктические пурги поработали на славу. И тогда ученые спустились под воду, где и нашли то, что искали. Неподалеку от берега они натолкнулись на типичный вулканический «блин» — плоскую подводную гору диаметром около 4 км и высотой 10—15 м.

Предположение о действующем вулкане подтвердил и анализ донных отложений. Под сорокаметровым слоем воды неожиданно нашли железомарганцевые конкреции — округлые образования, встречавшиеся до сих пор лишь в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах на глубинах в несколько километров. По составу они оказались сходными с осадками, выпадающими из горячих источников. А когда экспедиция закончила промеры глубин, сомнений почти не осталось. По сравнению с результатами измерений прошлых лет глубина в рай-

оне найденного конического вышшения заметно уменьшилась. А это недвусмысленно свидетельствовало о быстром росте подводной горы.

Осенью 1983 года, а затем весной следующего спутник вновь зарегистрировал выбросы пара у острова Беннета. Но ученые и на этот раз не успели прибыть вовремя. А ведь шлаковые вулканические конусы, образующиеся при подводных извержениях, так недолговечны. Волны и льды стирают их за считанные недели.

В начале века участник географической экспедиции якутский промышленник Яков Санников увидел с острова Новая Сибирь неведомую землю. Однако достичь ее экспедиция не смогла. А потом многие путешественники искали «Землю Санникова», но тщетно. Она так и осталась легендой. И вот теперь спутники дают ей новую жизнь. Ведь таинственная земля вполне могла быть таким выступившим на поверхность вулканом, который вскоре навсегда исчез в глубинах Восточно-Сибирского моря.

Увлечение кольцевыми структурами многие геологи поначалу считали не слишком серьезным. Но когда в этих местах стали обнаруживать месторождения разнообразных полезных ископаемых, они стали объектом пристального внимания. И такой интерес эти образования вполне оправдали. Жерла древних вулканов, к примеру, нередко оказывались окруженными месторождениями руд редких и благородных металлов, была замечена приверженность алмазоносных кимберлитов и фосфорных руд к центрам овалов, а слюды — к периферии. Залежи угля совпадали с местами контакта различных кольцевых структур между собой, подземные хранилища твердого топлива находили и на пересечении кольцевых разломов с линейными. Менее чем за десять лет космическая техника

помогла выявить у нас в стране несколько тысяч кольцевых структур, в том числе диаметром в сотни километров. Так на наших глазах начинают выплывать из небытия, казалось бы, навсегда стертые черты древнего облика планеты Земля.

## ПРОГНОЗЫ СБЫВАЮТСЯ

Из космических снимков рождаются карты. Составленная советскими геологами «Космогеологическая карта СССР» стала сенсацией Международного геологического конгресса, состоявшегося в Москве летом 1984 года. В то время еще ни одна страна в мире не обладала подобным путеводителем для поисковиков. О степени ее новизны и месте в изучении необъятной территории нашей Родины говорит только одна цифра. Более четырех тысяч кольцевых структур перенесено сюда с космических фотографий. А линейные разломы? Они пересекают всю страну в различных направлениях, причем самые большие тянутся порой и за ее пределы.

Много нового и полезного можно узнать из составляющих карту шестнадцатилетних многокрасочных листов. Вот, скажем, Восточно-Европейская платформа, на которой располагается значительная часть самой населенной зоны нашей страны. На новой карте отражены многие ранее неизвестные особенности этой гигантской плиты. Прежде всего уточнились ее очертания. Границы платформы отодвинулись на сотни километров относительно положения, показанного на старых картах. Причем именно приграничные районы преподнесли особенно много сюрпризов. Здесь, где одна плита надвигается на другую, обнаружены места, в которых обычно концентрируются месторождения нефти и газа.

Один из самых глубоких прогибов платформы расположен у северных берегов Каспия. В огромной

толще отложившихся здесь осадочных пород тоже нередко прячутся нефть и газ. Это было известно. Не знали другого: что знаменитая Прикаспийская впадина в действительности почти в два раза больше, чем считали до сих пор. Оказалось, тянется она на север еще почти на тысячу километров до самой Камы. Не знали и того, что четко выделяющиеся на космических снимках подземные купола (а в них чаще, чем где-либо, скапливаются горючие жидкость и газ) не просто хаотически разбросаны по всей площади впадины, а расположены в определенном порядке. Так на карте появились условные знаки, обозначающие новые площади, перспективные для поисков нефти и газа.

Многие специалисты не сразу поверили во «всевидящий космический глаз». Но наверняка ряды скептиков редели после того, как геологи, использовавшие новую информацию, в очередной раз доказывали, что ставят свои значки не на пустом месте. Так, в числе других районов новая карта обещала нефть западным областям. Адресовала она поисковиков и в Печорскую впадину республики Коми. Во всех этих местах вскоре были добыты первые тонны жидкого топлива. Порадовала карта и участников одной из главных строек последних пятилеток — Курской магнитной аномалии. Обнаруженные из космоса запасы намного продлят жизнь этого железорудного гиганта.

Недавно в Москве был выпущен альбом «СССР из космоса». На листах этого альбома помещены снятые с орбиты фотографии ряда участков территории страны, тут же приводится расшифровка этих изображений, их интерпретация различными специалистами. Как пишут в предисловии составители, «альбом предназначен для общего ознакомления широкого круга читателей с возможностями практического использования материалов космической съемки». Дело в том, что многие ученые, а также строители гидроэлектростанций, трубопрово-

дов, магистральных каналов все еще считают космическую технику чем-то весьма далеким от их непосредственной деятельности. Ознакомившись с этим пособием, они откроют для себя дополнительный источник ценнейшей информации, смогут поднять на качественно новый уровень свои исследования и проектные работы.

Большинство материалов в атласе посвящено геологии. Может быть, потому, что эта отрасль первой постаралась использовать взгляд из космоса. Немало полезного найдут здесь и другие специалисты. Впрочем, что говорить о специалистах, если даже школьникам и туристам здесь есть на что посмотреть. На уроках географии можно сравнить карту в учебнике с космической фотокартой и убедиться, насколько последняя точнее и подробнее. А любители дальних походов, мы уверены, после этого будут искать в магазинах не просто туристские схемы, а фотосхемы, составленные по космическим снимкам.

Как же находят космогеологи (к такому необычному словосочетанию уже начинают привыкать) подземные кладовые? Для этого по космическим снимкам составляется схема исследуемой местности, на которую наносят все обнаруженные с орбит линейные и кольцевые разломы. Здесь же отмечают уже известные месторождения и находят места, аналогичные им по геологическому строению. Туда-то и отправляются поисковые партии.

...На космических снимках полуострова Бузачи в северо-восточной части Каспийского моря геологи обнаружили пятна, которые показались им знакомыми. Вспомнили, что подобная картина наблюдалась ранее на снятой спутником «Метеор» фотографии известного нефтяного месторождения. Догадку проверили на месте. Предположение подтвердилось: под слоем поздних отложений действительно скрывались нефтяные залежи.

Такие «прямые попадания» эко-



*Созданная по данным из космоса схема размещения основных разломов и кольцевых структур на территории СССР.*

номят огромные средства. Ведь каждая пробуренная впустую разведочная скважина обходится государству в сотни тысяч рублей. Вот почему экономический эффект от применения в геологии космогеологических карт только за одну десятую пятилетку составил более ста миллионов рублей.

При расшифровке космических снимков исходят из того, что изображения геологических структур, сходных по строению, минералогическому составу, истории развития, получаются похожими. И наоборот, различные по своей природе образования и выглядят из космоса по-разному. По этому принципу отличили, например, лежащие рядом древний Украинский кристаллический щит от более молодого Белорусского. А между ними из-под двухкилометровых наносов «просвечивали» три узкие, отличающиеся по рисунку зоны. В них разглядели следы движения двух этих крупных

блоков земной коры. При этом их края напозли друг на друга, образовав область так называемых чешуйчатых надвигов.

Открытая из космоса Львовско-Житомирская структурная зона заинтересовала местных геологов. Ведь сдвиги образуют свободные полости между блоками и таким образом открывают дополнительные пути для просачивания наверх растворов, образующих искомые рудные тела.

Несмотря на то что космогеологические карты появились сравнительно недавно, с их помощью сделано уже немало открытий. Новые месторождения полезных ископаемых появились на Урале, Тянь-Шане, Кольском полуострове, обнаружены проявления олова в Якутии, на Дальнем Востоке выявлены площади, перспективные для поиска редких и благородных металлов, в Сибири найдены залежи пород, содержащих алмазы, в Казахстане и Западной Сибири — месторожде-

ния нефти и газа. В качестве примера практического использования космических полетов на геологических съездах и конференциях уже не раз приводилось и открытие новых вольфрамовых месторождений в Алтае-Саянской и Сихотэ-Алинской горных областях.

Космическая съемка помогла найти воду в Каракумах. Первая же скважина, пробуренная к востоку от Кара-Богаз-Гола по рекомендации аэрокосмической партии туркменской геологической экспедиции, достигла подземного резервуара. А помогло его обнаружить сгущение скудной пустынной растительности, выглядевшей на снимке как характерное темное пятно.

Удалось из космоса заглянуть и в далекое прошлое самой пустыни. Оказывается, в ее формировании принимали самое активное участие древние реки. Их давно высохшие и укрытые песками русла хорошо просматриваются с орбиты. Видно и то, как в течение веков прихотливо меняли они свой бег. Своенравная Амударья, например, тысячи лет назад текла не на север, как сейчас, а на запад.

### ОЗЕРО ПОД МОРЕМ

Таким морем с двойным дном оказалось Азовское. На его снятом из космоса изображении под водой отчетливо различаются русла древних рек. Это оставили свои следы Дон и его более мелкие собратья, впадавшие некогда в Меотийское, или Сурожское, озеро, как называли раньше Азовское море. Веками многочисленные речные потоки устилали дно современного моря толстым слоем наносных песков. А когда бурные геологические процессы открыли доступ сюда соленым водам соседнего Черного моря, осевший ил захоронил под собой ископаемые русла.

Считается, что погребенные песчаные наносы могут содержать в себе, как в губке, большие запасы

пресной воды. Если эти прогнозы оправдаются, одна из главных житниц страны получит новый источник столь необходимой здесь влаги.

«Летишь над огромными сибирскими просторами,— рассказывал во время полета на орбитальной станции космонавт А. Иванченков,— и поражаешься масштабам этой территории, неисчислимым богатствам, которые чувствуются и в ландшафте, и в характерных особенностях поверхности: в гигантских разломах, кольцевых структурах...» Объективы космических фотоаппаратов часто нацеливаются в зону Байкало-Амурской магистрали. Их «продукция» легла в основу «Космогеологической карты БАМа». Руководствуясь ею, здесь выбирают теперь верные ориентиры для полевых изысканий. Совместными усилиями космонавтов и геологов неподалеку от строящейся магистрали уже найдены богатые месторождения медной руды и других ископаемых.

Космические снимки помогли определить на трассе места, грозящие частыми обвалами, сходом снежных лавин и селевых потоков. Изучив сеть зафиксированных с орбиты разломов, строители «дороги века» смогли проложить ее в обход наиболее опасных с точки зрения возможных землетрясений участков.

### ВНИМАНИЕ: ЗАВТРА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

Если бы такие предупреждения звучали перед каждым значительным содроганием земных недр, удалось бы избежать многих жертв. Однако точный прогноз землетрясений все еще остается мечтой сейсмологов. Хотя некоторые предвестники надвигающейся беды ими уже обнаружены: например, отмечаемые перед самым началом толчков всплески электромагнитного излучения. Очевидно, их вызывают возникающие в земной коре мощные импульсы электрического тока, кото-

рыми сопровождается начавшееся разрушение глубинных пород.

Резкие изменения электромагнитного поля у поверхности Земли, по-видимому, возбуждают аналогичные перемены и в верхней части атмосферы — ионосфере. Проанализировав данные измерений одного из спутников, ученые увидели, что действительно за несколько часов до толчка его приборы зарегистрировали над очагом предстоящего землетрясения отчетливый всплеск электромагнитного излучения.

В ноябре 1981 года мощный взрыв около 300 тонн тринитротолуола потряс горы в окрестностях Алма-Аты. Образовавшаяся при этом звуковая волна через считанные минуты достигла ионосферы. В это время над эпицентром искусственного землетрясения пролетал космический аппарат «Ореол-3», предназначенный для исследований физических явлений в верхней атмосфере. Спутниковые данные и научная информация, полученная в ходе этого эксперимента наземными станциями, могут стать основой для создания глобальной космической службы сейсмических прогнозов.

Даже для взгляда из космоса страна наша слишком велика. Поэтому фотографирование ее территории со спутников и орбитальных станций будет продолжаться еще долго. Завершить эту работу намечено в 1990 году. К этому времени должны быть составлены подробные крупномасштабные космогеологические карты всех областей и краев, всех республик Советского Союза. И если ты, читатель, решишь стать геологом, не исключено, что вести поиск тебе придется по маршрутам, проложенным космонавтами.

## В СТЕПИ ПОД КУРГАНОМ

Геологи и археологи — что объединяет эти профессии? Первые — естественники, или, по-старому, ес-

тествоиспытатели, и, как следует из самого термина, испытывают, изучают природу; вторые же — гуманитарии, озабоченные прошлым человечества. И все же общее у них есть: и те и другие, как правило, ведут поиск под землей. А потому и методы подчас используют одни и те же.

Электроразведку и аэрофото съемку придумали геологи, но вскоре и археологи стали искать металлические предметы с помощью электричества, а на снимках, сделанных с воздуха, кроме деталей строения земной коры, стали находить очертания погребенных городов. Когда же геологи взяли на вооружение съемку из космоса, археологи и здесь не остались в стороне.

Специалистам первого в мире курганного заповедника в Калмыкии съемка с орбиты помогла увидеть общую картину древних поселений в масштабе всей республики. Спутник как бы снял с земли многометровые тысячелетние напластования и открыл взгляду современного человека бывшие здесь когда-то места обитания наших предков, колдцы, русла рек, шедшие к ним дороги и звериные тропы. Стало возможным вести предварительную археологическую разведку, не выходя из кабинетов и лабораторий. Отыскивая на космических снимках точки, в которых сходятся лучи скрытых под землей пеших и конных путей, ученые ищут там очаги давно угасшей жизни.

Как говорят, все дороги ведут в Рим. Вечный город и сегодня притягивает к себе путников из многих стран. А движутся они сюда, как выяснилось, по маршрутам, проложенным еще в глубокой древности. Когда итальянские специалисты совместили сделанный со спутника снимок Южной Европы с картой Древнего мира, современные асфальтированные магистрали почти в точности совпали с сетью дорог, «проложенных еще рабами Рима».

На сделанной со спутника цветной фотографии окрестностей



Лондона английские ученые разглядели странные светлые полосы. Выехавшие на место археологи раскопали здесь остатки роскошной виллы римского военачальника времен Юлия Цезаря. За виллой последовали дома попроще, а вскоре можно было уверенно говорить об открытии города древних завоевателей Альбиона. Подземную тайну выдала обыкновенная трава. Растущая на старых камнях, она хуже питалась и содержала меньше хлорофилла. Глазу это не было заметно, а на космическом снимке очертания скрытых землей фундаментов выделялись вполне отчетливо.

А в Мексике с помощью космической информации обнаружили более ста мест, где могут скрываться руины построек, возведенных когда-то индейцами майя. Реальное существование двух древних городов подтвердили наземные экспедиции. Один из них, как считают археологи, Оксемпул. Эта находка имеет интересную историю. Город открывают уже не первый раз: в 30-х годах нашего столетия он был «утерян» учеными и почти полвека таился в джунглях. Второй город до сих пор не был известен. Планировка, пирамиды и другие каменные постройки позволили отнести его к 600—900 г. н. э., то есть ко времени наивысшего расцвета культуры майя.

Перспективные для археологического поиска уголки были отмечены и на космических снимках территории Южной Америки. В труднодоступном районе, где сходятся границы Перу, Бразилии и Боливии, в густых лесных зарослях неожиданно заметили несколько холмов. Вряд ли их воздвигла здесь природа: уж очень правильно — двумя рядами по пять одинаковых возвышений в каждом — выстроились они на бескрайней равнине. Исследователи сразу же заподозрили в необычных холмах пирамиды древних инков.

Пока еще не все археологи как следует осознали возможности, которые открывает перед ними космическая съемка. Однако успехи при-

общившихся к космонавтике коллег невольно заставляют и остальных ученых все шире использовать этот новый для исторической науки вид информации.

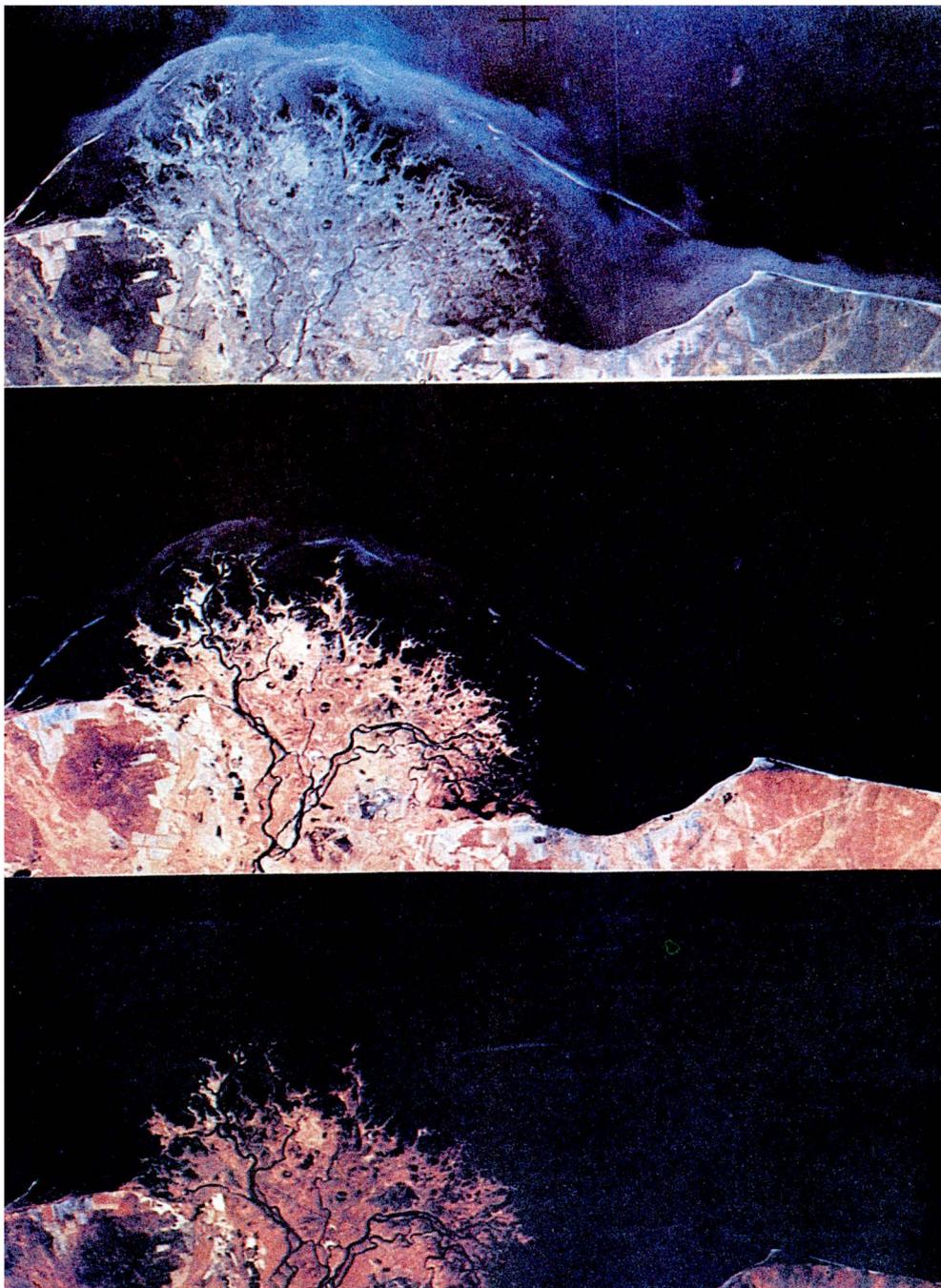
## ЛЕТАЮЩИЕ АГРОНОМЫ

Космические снимки Украины, Дона, Кубани выглядят скучновато — однообразное плоское, расчерченное мелкими прямоугольниками полей пространство. Как мало похожа эта поблескивающая фотографическим глянецом чересполосица на отраженные в ней нивы волнующейся под ветром пшеницы, цветущего подсолнечника, густо-зеленых зарослей кукурузы.

Глаз человека пасует перед расстоянием. Немного говорят и кадры, снятые с орбиты обычным фотоаппаратом. Тут требуются специальные камеры, такие, скажем, как многозональный космический фотоаппарат МКФ-6М, созданный совместно учеными СССР и специалистами известного народного предприятия «Карл Цейс Йена» в ГДР. Эта камера устанавливалась на последних орбитальных станциях «Салют». Шесть ее объективов снабжены светофильтрами, пропускающими лучи лишь одного цвета, или, как говорят, зоны спектра. Щелчок автоматического затвора — и на шести пленках фиксируются шесть изображений одного и того же участка земной поверхности, в каждом из которых отражены определенные черты или состояние объекта съемки.

Поясним сказанное на примере. Если посмотреть на густо зеленющие где-нибудь в субтропиках чайные кусты через зеленое стекло, они покажутся очень светлыми. Красное же стекло, наоборот, сделает их подчеркнуто темными. Аналогичную картину увидим и на фотографиях плантаций, снятых через зеленый и красный светофильтры.

В данном случае речь шла о двух (зеленой и красной) зонах спектра. В МКФ-6М, кроме зеленого и



*Снимки из космоса места впадения реки Селенги в озеро Байкал, сделанные в различных зонах спектра. На верхнем снимке хорошо заметны мутные выносы реки и прямоугольники полей, а на среднем отчетливо выделяются рукава в устье реки.*



*Полученное из космоса и синтезированное в условных цветах многозональное изображение сельскохозяйственного района.*

красного, используются синий, оранжевый и два инфракрасных светофильтра, пропускающих тепловое излучение с разной длиной волны. По сути, многозональная камера — это не один, а несколько (в случае МКФ — шесть) самостоятельных фотоаппаратов, синхронно снимающих один объект. При этом каждый из них по-своему отражает попадающие в объективы растения и природные образования.

Даже на Земле бывает невозможно заметить среди здоровых посевов недавно зараженные инфекцией растения. А на инфракрасном космическом снимке такие участки, как уже говорилось, обнаруживаются сразу. Интересно, что у растений, как и у людей, при заболевании повышается температура. Очень важно то, что данные о массовых заболеваниях растений могут быть получены с орбиты на несколько дней раньше, чем при использовании обычных способов диагностики. Своевременно же начатое «лечение» может спасти урожай или, по крайней мере, уменьшить потери.

Красный светофильтр выявляет на снимках сельскохозяйственных угодий дополнительные подробности, а через зеленый лучше смотрятся океанские воды с пятнами планктона и нефтяной пленки, рельеф дна на мелководье, горные районы. В инфракрасной зоне подчеркнута выделяются увлажненные почвы, сеть оросительных каналов, а оранжевый светофильтр заметно уменьшает влияние вуалирующей изображение воздушной дымки.

Еще нагляднее достоинства многозональной съемки проявляются при сопоставлении изображений, снятых через различные светофильтры. При этом становится возможным распознавать объекты и их свойства, почти неразличимые на однозональных снимках.

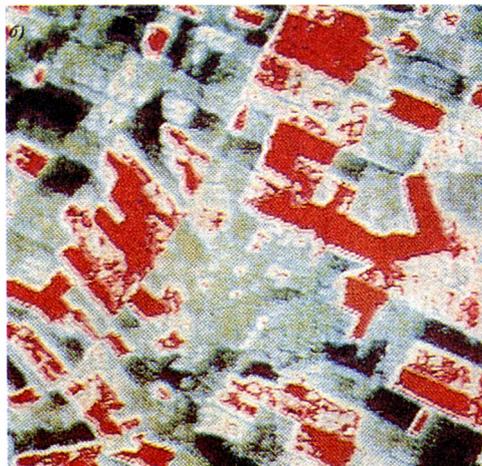
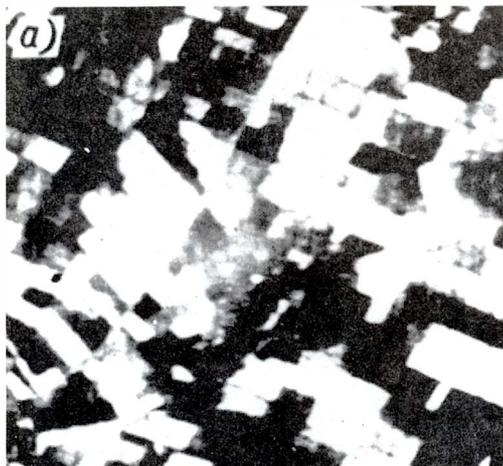
Так, сравнивая фотографии одних и тех же полей или лесов, снятые через инфракрасный, зеленый и красный светофильтры, можно довольно уверенно отличать сочные свежие всходы от подсыхающих, влаголюбивые виды растений от засухоустойчивых, лиственные леса —

от таких же зеленых хвойных. Изучая комбинации из двух, трех, реже четырех космических снимков, снятых в разных зонах спектра, распознают минеральный состав горных пород, отличают песчаные и тощие почвы от засоленных, рыхлый снег от слежавшегося, плотного, загрязненные воды от чистых...

Преимущества многозональной съемки столь очевидны, что ее используют и в тех случаях, когда изображение с орбиты получают с помощью телевидения. Так спутники «Метеор» оснащаются сейчас телевизионными системами, работающими в шести — восьми спектральных диапазонах, а на орбитальной станции «Салют-7» впервые применили бортовой телевизионный комплекс «Нива», состоящий из передающей телекамеры с тремя — красным, синим и зеленым — светофильтрами, передатчика и видеоманитфона. Космонавты получили возможность, так же как и автоматические спут-

ываемых «глухих» витках, когда связь с Центром управления не поддерживается. В этих случаях изображение сбрасывается на Землю с некоторой задержкой и не в режиме прямой передачи, а в записи.

Конечно, «читать» многозональные снимки не так просто. Поэтому для облегчения труда дешифровщиков создаются специальные машины. Одновременно «рассматривая» несколько однозональных кадров, они синтезируют из них новые цветные изображения. Их тона могут не соответствовать естественной окраске природных объектов, зато сами объекты становятся легко отличать друг от друга. На экране дисплея такого оптического синтезатора площади, занятые посевами сельскохозяйственных культур или богатой растительностью пустынных оазисов, могут выглядеть не зелеными, как в натуре, а, скажем, пурпурными. Полупустыня, имеющая в действительности серо-коричневую окраску,



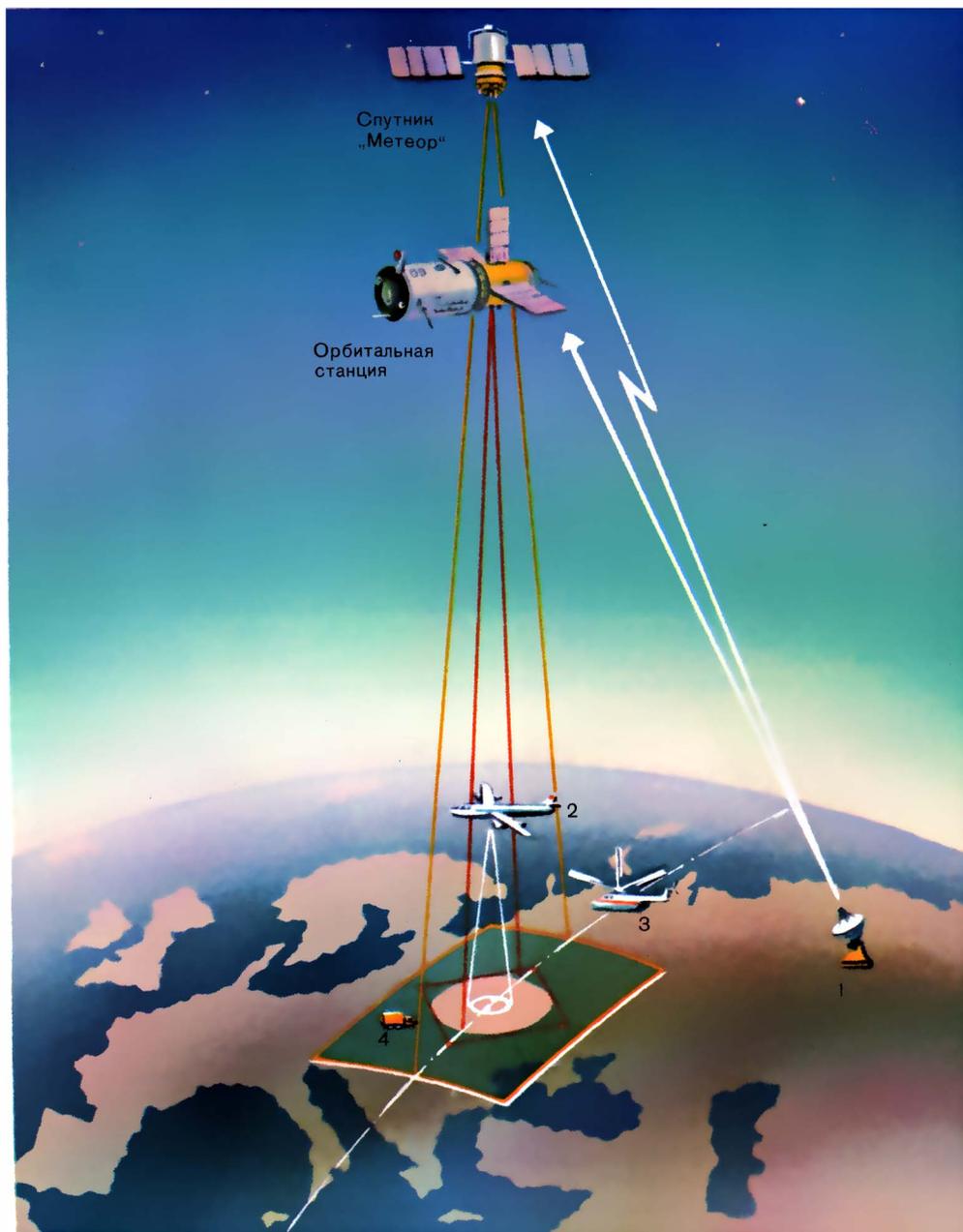
*ЭВМ может раскрасить черно-белый космический снимок, выделив на нем заданным цветом поля, особенно интересующие агрономов и руководителей хозяйств:*

- а) — исходное черно-белое изображение;  
б) — изображение в условных цветах.*

ники, незамедлительно передавать на Землю изображения местности, которая, по их мнению, заслуживает внимания ученых. Используя видеоманитфон, экипаж может вести телевизионную съемку и на так на-

предстанет голубовато-зеленой, а сверкающие белизной снега и ледники окрасятся в сочные голубые тона.

Синтезированное изображение так же условно, как и раскрашенные



*Космическая «этажерка»: 1 — центр управления; 2 — самолет-лаборатория; 3 — вертолет; 4 — наземная экспедиция.*

условными цветами карты — почвенные, климатические, народонаселения, экономические... Утратив естественность, «машинные» снимки выигрывают в наглядности.

В разноцветье синтезированных

красок и оттенков скрываются многие сведения, необходимые земледельцу. Однако первое время эта пестрая мозаика мало что говорила агрономам. Для того чтобы безошибочно распознавать, что на ней изо-

бражено, нужно было научиться понимать этот цветной код. И тогда ученые придумали «этажерку».

Вид этого немудреного предмета домашней обстановки как нельзя лучше отражал схему эксперимента. В традиционных аграрных районах Краснодарского края, Закавказья, юга Украины, средней полосы были выбраны эталонные участки-полигоны. Их синхронно снимали с разных высот аналогичной аппаратурой. На полях работали обычные экспедиции, над ними повисали вертолеты, выше пролетали самолеты-лаборатории, самой же верхней «полкой» гигантской «этажерки» служили орбитальные станции и автоматические спутники. Чем ниже находилась аппаратура, тем тоньше был слой атмосферы, отделяющий ее от объекта съемки, и тем меньше она влияла на точность измерений. Совместная обработка всей информации, полученной с разных уровней в один и тот же момент времени, и дает ключ к прочтению космических снимков.

Вот как рассказывал об этом космонавт Л. Попов: «Сейчас наш полет проходит над контрольными участками. Мы наблюдаем их из космоса; одновременно измерения проводятся с борта специальных самолетов и экспедициями непосредственно на Земле. Наблюдаемые объекты — это засеянные злаковыми культурами поля, пастбища, леса. Каждый такой участок — словно живой организм: он развивается, старится. Мы наблюдали, как на полях появились всходы, как растения поднимались все выше, как они в некоторых местах болели, их ломала непогода, как затем злаки стали колоситься, желтеть. С орбиты, конечно, не видно самих растений, о происходящем мы судим по цвету контрольных полигонов, а специалисты, наблюдавшие эти процессы на Земле, рассказывали, где и что происходит».

Кстати, цвет и цветовые аномалии являются одним из основных источников информации о сельскохозяйственных объектах. Поэтому космонав-

там даже при визуальных наблюдениях рекомендуется пользоваться увеличивающими цветовые контрасты светофильтрами, а при фотографировании — применять цветную пленку.

Чем же привлекают специалистов-аграрников наблюдения из космоса? Прежде всего, широтой охвата и в то же время возможностью регулярно следить за быстротекущими процессами на каждом отдельном поле. Длительные пилотируемые полеты позволяют оперативно контролировать развитие растений: одни и те же уголки попадают в поле зрения экипажа с интервалом всего в несколько суток. Но с орбитальной станции можно наблюдать за посевами и в течение всего года. «Мы видели и снимали землю в течение четырех сезонов,— рассказывал вернувшийся из восьмимесячного космического полета В. Соловьев.— И не нашли даже двух одинаковых снимков».

Из космоса удается обнаружить признаки засоления почв вблизи крупных водохранилищ, видны с орбиты и последствия вредоносного действия на плодородный слой ветров и дождевых потоков. Для территорий, где пахотные земли часто подвергаются ветровой и водной эрозии, очень важно своевременно предупредить соответствующие службы о зарождении новых оврагов и начале пылевых бурь.

По космическим снимкам можно оценить и запасы влаги в почве. Результаты этих измерений определяют наилучшие сроки весеннего сева, позволяют оперативно оценивать качество полива на орошаемых землях, следить за техническим состоянием оросительных систем.

Сообщения из космоса дают полеводам возможность контролировать состояние почвы и качество сева, подсказывают, когда лучше производить подкормку, полив, обработку ядохимикатами, выбирать оптимальные сроки других агротехнических мероприятий.

## СПУТНИКИ ПРОТИВ САРАНЧИ

Сотрудники Комиссии Организации Объединенных Наций по вопросам продовольствия и сельского хозяйства предложили создать систему спутникового слежения за районами, где возможно бурное размножение саранчи.

В России когда-то тоже действовали отряды по борьбе с саранчой (помните рапорт А. С. Пушкина Воронцову: «Саранча летела, летела и села, сидела, сидела — все съела и вновь улетела»). Мы уже давно забыли о таких бедах. А в некоторых странах, особенно в тех, где засушливые периоды сменяются затяжными дождями, этот прожорливый вредитель остается настолько грозным, что для его уничтожения пытаются привлечь самые совершенные технические средства.

Осенью в период созревания культур руководителей хозяйств больше всего интересует будущий урожай. Такой прогноз тоже можно делать по спутниковым данным. Это позволяет лучше подготовиться к уборке, а в ходе ее — эффективнее бороться с потерями.

Кроме растениеводческих хозяйств, космонавты и спутники приносят немалую пользу и животноводам. С орбит контролируют состояние пастбищ в пустынных и труднодоступных горных районах. Главное достоинство такого контроля — скорость. Всего две-три недели требуется, например, для подсчета из космоса урожайности всех среднеазиатских пастбищ. Тот же учет, но проводимый традиционными методами, занял бы несколько лет. Понятно, при таких темпах эта работа теряет всякий смысл.

Доклады космонавтов позволяют предотвращать излишнее стравливание трав и быстрее находить участки, богатые зеленой массой, определять очередность выпаса на них скота и разрабатывать меро-

приятия по охране и восстановлению пастбищ. Космические снимки, например, показали необходимость принять срочные меры и по оказанию помощи так называемым Черным Землям в Калмыкии. Испокон веку там пасли скот зимой. Однако, начиная с 60-х годов, эти пастбища стали использоваться и летом. В результате на Черных Землях быстро увеличивается площадь подвижных песков.

Сравнивая измеренную из космоса яркость растительного покрова с ее средними значениями, полученными в результате многолетних наблюдений, прогнозируют состояние кормовой базы на месяц вперед. Удастся заглядывать в будущее и дальше. Так Институтом пустынь в Туркмении по космическим данным была составлена карта, показывающая перспективы развития пустынь на ближайшие 20 лет. Из нее видно, что к концу нашего тысячелетия более чем на половине площади Каракумов ветер перестанет быть полновластным хозяином. На почве, закрепленной посадками кустарника, образуются новые пастбища, где будут кормиться многочисленные отары.

По данным из космоса намечают оптимальные маршруты перегонов и графики откорма животных, обнаруживают места залегания грунтовых вод, столь необходимых в засушливых и пустынных районах. Так, например, на полуострове Мангышлак с помощью космических съемок нашли большие подземные запасы пресной воды. Это может сыграть решающую роль в жизни пустынной земли, где даже города снабжаются опресненной морской водой, а земледелие возможно лишь на поливе.

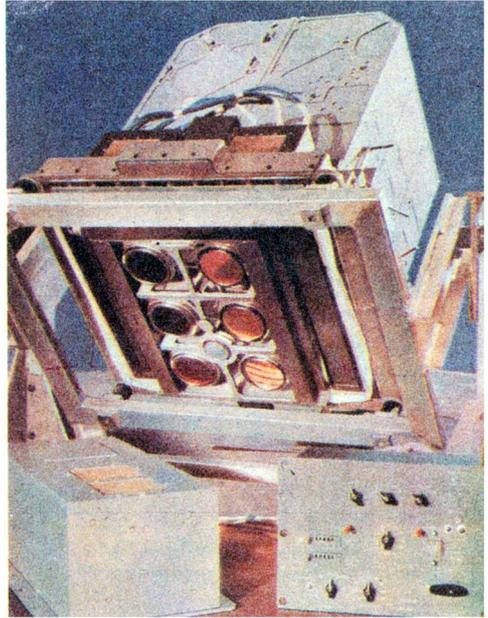
## КОВРЫ ИЗ ЭДЕЛЬВЕЙСОВ

Еще недавно природу Монгольской Народной Республики, государства, где на одном квадратном

километре в среднем проживает лишь один человек, считали практически нетронутой, почти девственной. Однако проведенные в последние годы космические съемки территории страны принесли разочарование. Следы хозяйственной деятельности были обнаружены даже на труднодоступных горных склонах и перевалах. Многие луга там оказались выбитыми, «съеденными» скотом, а символ недоступности альпийских высокогорий — белый цветок эдельвейс из-за своей несъедобности превратился в обычный сорняк, которому никто не мешает размножаться и покрывать собой целые поляны.

В сельском хозяйстве придается большое значение полному описанию — инвентаризации — земель. Хороший хозяин должен знать, чем он владеет. Самые первые снимки аграрных районов, сделанные космонавтами А. Николаевым и В. Севастьяновым с борта корабля «Союз-9» в 1970 году, выявили преимущества космической точки зрения. С орбиты различались все поля и участки, размеры которых превышали 400 метров. Одну из космических фотографий сравнили тогда с планами землепользования, составленными в местных колхозах и совхозах. И сразу обнаружили расхождения: на снимке было найдено много неучтенных полей. Конечно, агрономы ничего не утаивали. Просто их планы составляются с определенной периодичностью и, естественно, со временем устаревают, а съемка из космоса показывает истинное состояние дел в данный момент.

Детально и быстро обследовать все посевные площади такой огромной страны, как Советский Союз, дать каждому полю исчерпывающую хозяйственную характеристику можно только с помощью космических средств. На основе космической информации составляются почвенные, геоботанические карты, а также карты состояния посевов, прогнозов по срокам созревания, уро-



*Многозональный космический фотоаппарат МКФ-6.*

жайности и валовым сборам. Такие документы имеются уже для многих областей и республик страны. Они помогают наиболее рационально использовать землю, решать, где лучше прокладывать дороги, линии связи и электропередач, размещать новые населенные пункты, проводить мелиоративные работы.

## ВСЕВИДАЩЕЕ ОКО

Земледелие — одно из самых почетных занятий. Однако среди фермеров встречаются и такие, которые больше всего хотели бы укрыть свои поля от постороннего глаза. В ряде стран Центральной Азии, Южной и Северной Америки в недоступных горах, среди тропических зарослей скрываются плантации опийного мака, индийской конопли и других растений, из которых торговцы наркотиками производят свой запрещенный товар.

США, более других страдающие от «белой смерти», решили привлечь к борьбе с нею космические

средства. Поиск тайных ферм повели предназначенные для исследования природных ресурсов спутники «Лэндсат». Вскоре один из американских журналов сообщил, что достигнуты первые успехи — обнаружены поля снотворного мака, скрываемые на территории Мексики и самих США.

Обработка космических снимков, извлечение из них полезной информации пока еще занимают довольно много времени. Важная задача — ускорить этот процесс. Ведь в сельском хозяйстве иногда не дни — часы решают успех дела. Промедли немного — и недосчитаешься многих десятков тонн зерна, овощей, хлопка... Поэтому специалисты настойчиво работают над автоматизацией обработки космической информации. В идеале она должна проходить прямо на борту станции или спутника и передаваться на Землю в форме, понятной любому руководителю хозяйства. Первые шаги в этом направлении уже делаются. Так, в СССР и ГДР совместными усилиями создается новая фотографическая камера, снимки которой будут частично обрабатываться прямо на орбите.

— А не проще ли посылать в космос самих агрономов? — спросили как-то В. Коваленка.

— Когда-нибудь, я думаю, — ответил космонавт, — станут работать на орбите и специалисты сельского хозяйства. А пока что мы вынуждены заменять их. Но я уверен, дело это временное.

## ЛЕСНОЙ ПАТРУЛЬ

Взгляните на снимок, полученный со спутника «Метеор—Природа». Почти все огромное пространство тайги перечеркивают узкие светлые полосы. Это вытянулись под ветром дымные шлейфы таежных пожаров. Сколько их здесь — последствий неосторожного, небрежного обращения человека с огнем

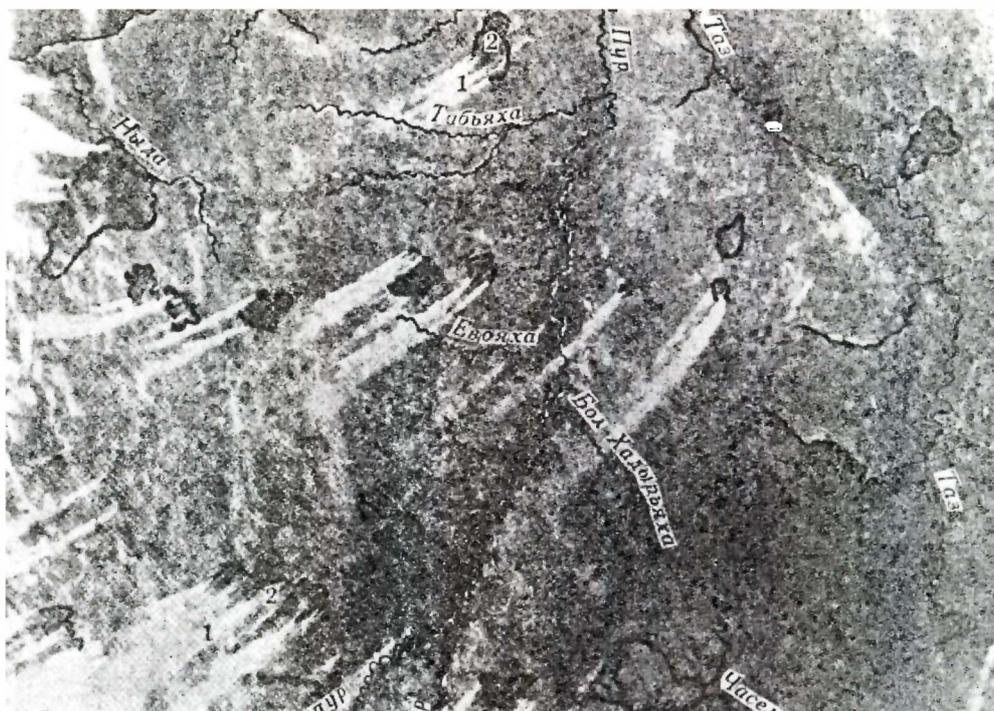
или ударов молний? Но перед нами лишь малая часть всех огненных драм. Каждый год в тайге и тундре на территории нашей страны возникает в среднем более 20 тысяч пожаров, охватывающих в сумме площадь до 500 тысяч гектаров. И каждый дымок, кажущийся сверху таким безобидным, — настоящая трагедия.

Присмотритесь получше. Видите темные пятна у основания каждого дыма? Это гари — черная от золы и пепла, щетинящаяся обгоревшими стволами мертвая земля, которая еще долгие годы будет оставаться бесплодной. Ветер гонит огонь дальше, в панике бежит перед ним всякая живность, готовятся к обороне жители оказавшихся на его пути деревень и поселков.

А ведь всего этого можно избежать, если вовремя заметить и погасить разгорающийся очаг. Более 500 самолетов и вертолетов, свыше 160 тысяч человек выделяется каждое лето для борьбы с пожарами и вредителями леса. Но ведь и леса занимают у нас более половины всей суши. И уследить за всей этой территорией не под силу даже такому мощному отряду. Космический патруль здесь незаменим.

«Проходим Байкал, на востоке сплошная облачность. В северной, нашей, части озера Ханка пожары — шесть штук. На северо-восточном берегу — два мощных шлейфа дыма». Это из дневника бортинженера «Салюта-7» В. Лебедева. Лесная охрана часто получает тревожные сигналы от космонавтов. «И как приятно бывает, — рассказывал В. Ляхов, — когда, пролетая над тем же местом через два-три дня, уже не видишь там дыма».

Спутники регулярно осматривают все наши леса и не только замечают случившуюся беду, но и предупреждают о грозящей опасности. Фиксируя из космоса развитие и движение чреватой молниями грозовой облачности, устанавливая границы таяния или наступления снежного покрова можно прогнозировать возможность пожаров и заранее



Лесные пожары (вид из космоса): 1 — дымовые шлейфы; 2 — гари.

планировать распределение сил и средств лесной охраны, в арсенале которой имеются даже специальные ракетные установки для искусственного вызывания дождя. Снимки из космоса помогают оценить и нанесенный пожаром ущерб, наметить необходимые меры по восстановлению лесов и хозяйственному освоению пострадавших участков.

Ну, а если леса оказываются закрытыми сплошной облачностью? Инфракрасное излучение очагов пожаров тут не поможет, оно практически полностью экранируется облаками. Но спутники и в этом случае не теряют зоркости. Установленные на них приборы могут улавливать радиоизлучение, постоянно испускаемое земной поверхностью. Его интенсивность зависит от температуры, и потому оно называется радиотепловым. Оно не поглощается водяным паром и, свободно проникая сквозь облака, доносит весть о пожаре до антенн космического аппарата. Кстати, метод радиотеплового

зондирования применяется и в сельском хозяйстве. С его помощью со спутников определяют влажность почв и степень их засоленности, а радиотепловые изображения водной поверхности используются при исследовании океанов.

Пожары — страшный враг леса, но страдает он не только от пламени. Врезаются в чащу новые железнодорожные магистрали и шоссе, прокладываются линии электропередачи и связи, нефте- и газопроводы, тайга отступает перед строителями заводов, электростанций, рудников, новых городов и поселков. А заготовки древесины? Только в таежной зоне ее ежедневно вывозят с площади более двух миллионов гектаров. Все эти работы должны проводиться в строгом соответствии с установленными государством «Правилами рубок», которые предусматривают сохранение лесов и их восстановление. Космический глаз помогает постоянно следить за соблюдением этого порядка.

## СЕЛЬВА ПОД УГРОЗОЙ

Первое место в мире по запасам твердой древесины занимает Бразилия. Густые тропические леса — сельва — покрывают огромную территорию в бассейне реки Амазонка, самой большой реки на Земле. Свыше четырех тысяч видов деревьев населяют сельву и среди них немало особо ценных пород.

Долгое время казалось, что леса здесь неисчерпаемы. И только спутниковые данные показали, что занятые ими площади неуклонно сокращаются. Каждую минуту на Земле около 20 гектаров «освобождается» от деревьев. «Если вырубка лесов в бразильской Амазонии в ближайшее время продолжится такими темпами, стране будет угрожать экологическая катастрофа», — утверждают ученые университета в Сан-Паулу.

На многозональных космических фотографиях специалисты различают преобладающие породы деревьев в лесах, обнаруживают зараженные вредителями участки, отличают сухостой от молодых и зрелых массивов. Это дает возможность подсчитывать запасы так называемой деловой древесины, правильно планировать ее заготовки.

Лес — одно из главных наших богатств. Чтобы беречь и умножать его, нужно хорошо знать состояние лесного фонда страны. Нельзя забывать, что лес — живой организм, меняющийся достаточно быстро. Поэтому нужно периодически проводить опись всех лесных ресурсов.

Наземные методы для этого слишком трудоемки. С их помощью в Советском Союзе детально изучена только половина площади, занятой лесами. Остальная часть — в труднодоступных районах на севере Сибири и Дальнего Востока — обследована лишь лётчиками гражданской авиации.

Казалось бы, самолеты летают ниже спутников и леса с них вид-

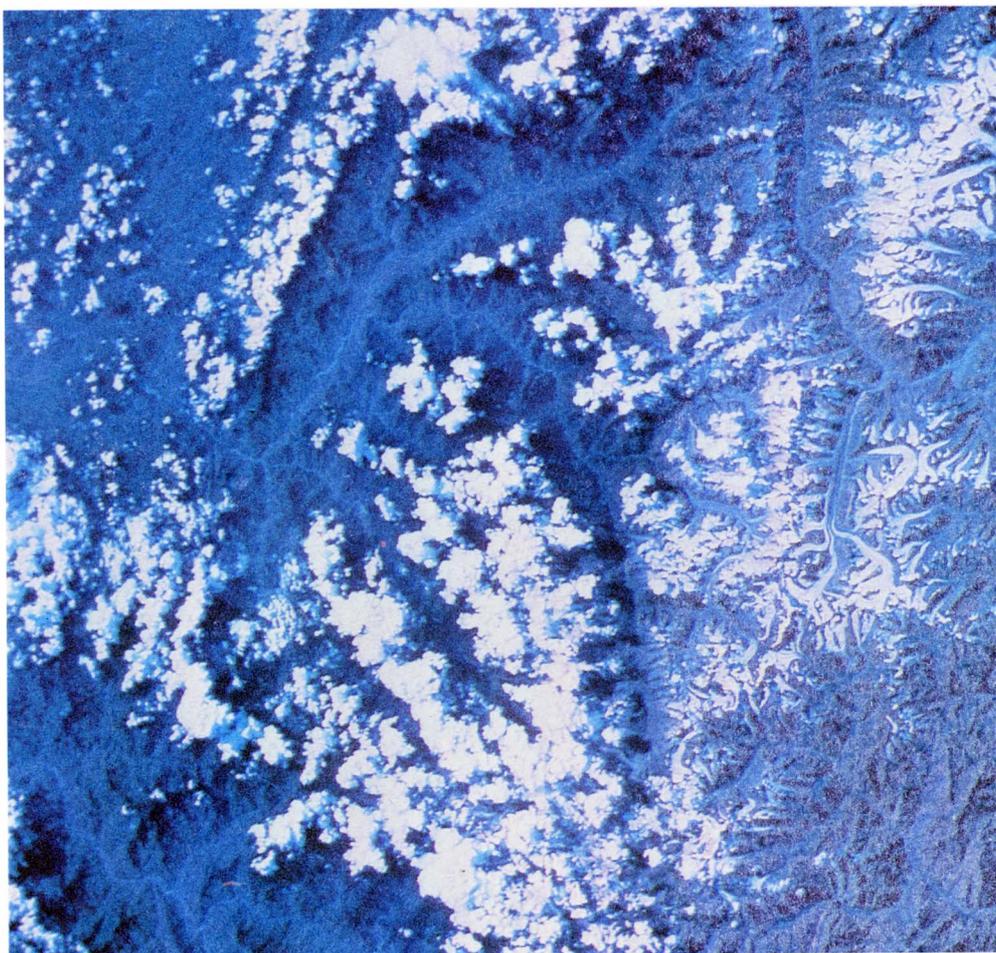
нее. Но вот простое сравнение: снимок, сделанный фотокамерой орбитальной станции «Салют», охватывает на земной поверхности квадрат со стороной около 400 км. Чтобы заснять его с современного аэросъемочного самолета, требуется сделать не один, а 200 кадров. С высот же, на которых летают автоматические космические аппараты, видно, как правило, еще больше — в этом вы могли убедиться, рассматривая фотографию, снятую спутником «Метеор — Природа».

Хорошо известна постоянно подкрепляемая делами готовность Советского Союза сотрудничать со всеми государствами в мирном использовании космического пространства. Именно поэтому Организация Объединенных Наций избрала недавно Москву местом проведения международного учебного семинара по практическому применению данных космических исследований в лесном хозяйстве. Представители более чем двадцати развивающихся стран Азии, Африки, Латинской Америки приняли участие в научных заседаниях. Советские ученые щедро делились с ними своим уже немалым опытом, отчетливо сознавая, что леса — это «зеленые легкие» всей планеты и следить за их здоровьем можно и нужно только сообща.

## ДЕРЕВЬЯ — «КОСМОНАВТЫ»

Во время первого международного космического полета на кораблях «Союз» и «Аполлон» в 1975 году их экипажи обменялись символическими дарами, в том числе и семенами деревьев. Потом их высадили в Главном ботаническом саду в Москве и в питомнике Рейнлэндер в американском штате Висконсин. Прошло несколько лет, и на «космических» плантациях поднялись маленькие пушистые деревца канадской ели и сибирской лиственницы.

Весной 1983 года некоторая часть



*Центральный Памир, ледник Федченко. Вид из космоса.*

саженцев канадской ели перекочевала из советской столицы в сибирское село на родину командира экипажа А. Леонова, где в честь совместного полета был заложен большой лесопарк. Здесь за переселенцами продолжают пристально наблюдать, пытаясь выяснить, почему «пришельцы» из космоса развиваются быстрее и лучше, чем их оставшиеся на Земле родственники. В успехе этих исследований заинтересованы не только лесоводы, но и специалисты сельского хозяйства, которые надеются найти новые пути ускорения роста полезных растений.

### **ЛЕДНИКИ: ОТ СНИМКОВ К АТЛАСАМ**

Никогда еще в кишлаке Мук на Памире не было так шумно. Природа словно салютовала приходу весны-84. Воздух то и дело сотрясали частые взрывы, заглушаемые мощным ровным гулом, шедшим со стороны хребта Петра Первого. То показывал характер движущийся поблизости ледник Музгазы.

Пробуждение застывшего потока не было неожиданным. Около года назад на космических снимках заметили резкое увеличение высоты

ледяного массива — истока Музгазы. Со временем его усыпанная камнями поверхность поднялась на десятки метров. Нарастание объема ледника угрожало его подвижкой. И вот она началась. Скользя по расположенным внизу слоям воды и «теплого» льда, передовой язык каждые сутки продвигался на два-три десятка метров. Движение давалось леднику нелегко. Не выдерживая напряжения, его наружный панцирь трескался, крошился, превращаясь в грохочущее нагромождение крупных глыб самых причудливых форм.

Оживление ледника встревожило специалистов. Дойдя до реки, он мог перегородить ее высокой плотиной. Прорвав преграду, скопившаяся за нею вода, смешанная со льдом и камнями, могла ринуться в долины рек Сурхоб и Вахш, сметая все на своем пути. За ледником требовалось установить постоянное наблюдение. В это время в космосе уже более двадцати суток находился очередной экипаж орбитальной станции «Салют-7». На борт полетела радиограмма: вместе с природными ориентирами, по которым следовало искать ледник, космонавтам Л. Кизиму, В. Соловьеву и О. Атькову передали просьбу не спускать с него глаз...

Ледники — не реки. Хотя в Советском Союзе их насчитывается около 30 тысяч, мало кому удается их повидать. Спрятавшись высоко в горах, они открываются лишь альпинистам и научным экспедициям. Удобно наблюдать за ледниками сверху — с вертолетов или самолетов. Специалисты так и поступают. Но и с воздуха увидишь не все. Для проведения только разовой инспекции всех ледников Памира пришлось бы летать не один день. А это сложно и дорого. Орбитальные же станции и спутники летают годами, прочерчивая бесчисленные невидимые трассы практически над всеми горными районами планеты.

Еще в начале 70-х годов космонавты регулярно фотографировали

долину памирской реки Сауксай. К ней время от времени с южного склона пика Ленина сползает несколько ледовых потоков. Чутко реагируя на окружающую температуру и количество выпадающих в горах осадков, они, словно термометры, то начинают двигаться вперед, то отступают, сдавая уже завоеванные позиции.

Предугадать поведение того или другого ледника удастся далеко не всегда. Их пробуждения, как правило, бывают неожиданными. Так случилось, например, в 1963 году, когда все газеты печатали тревожные сообщения о внезапном «походе» памирского ледника Медвежий. Не меньше волнений вызвала и резкая подвижка ледника Колка на Кавказе, ведь он расположился всего в тридцати километрах от большого города Орджоникидзе.

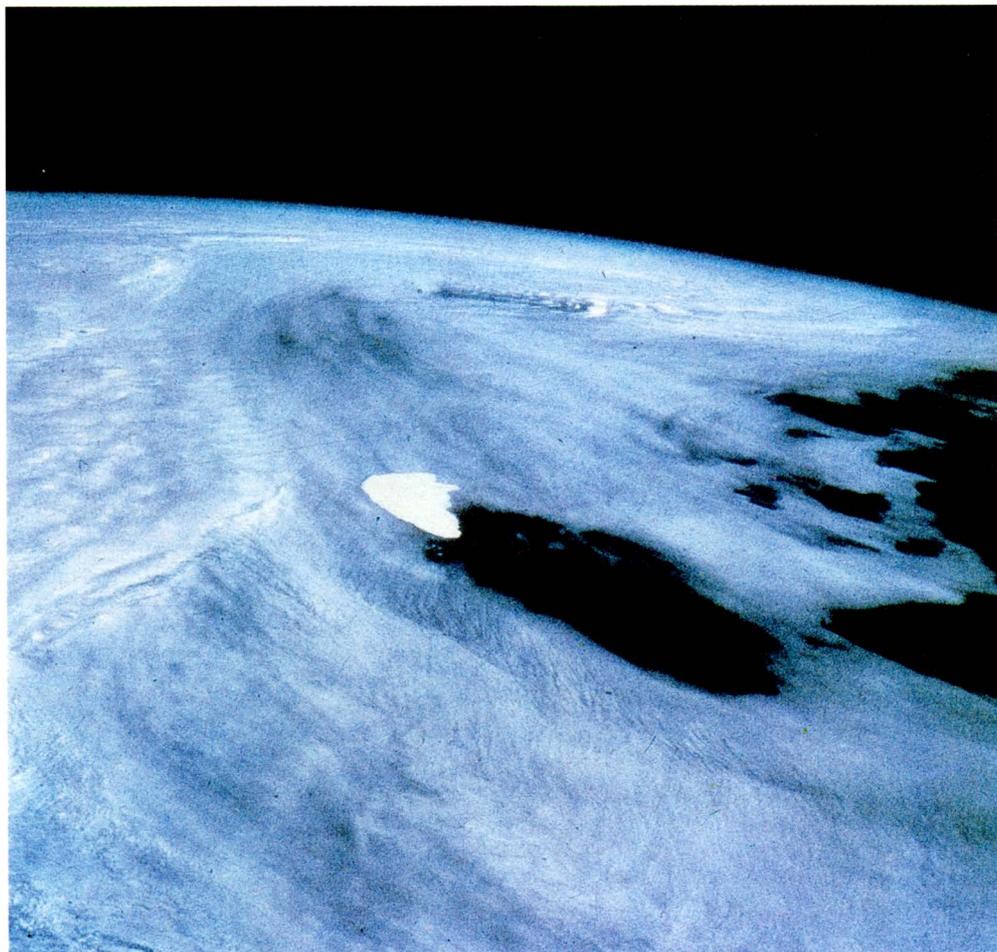
Космонавты уже давно научились различать с орбиты границы ледников, следить за их движением, отмечать ледопады и растущие за ледяными плотинами озера. Во время полета «Салюта-6» В. Коваленок и А. Иванченков определяли перемещение одного из ледников с точностью до нескольких десятков метров.

Во время длительных пилотируемых полетов гляциологи (так называют ученых, занимающихся ледниками) работают в Центре управления практически постоянно. Нередко они выходят на связь с космонавтами, обращаясь к ним с новыми заданиями и с интересом выслушивая сообщения с орбиты.

Рассказывая экипажу о результатах обработки доставленной с орбиты фотопленки (ее привезли гости, побывавшие на борту с недельным визитом), один из гляциологов заметил:

— Ледники Патагонии получились великолепно. — И попросил: — Посмотрите Сугран. Это самый интересный сейчас ледник у нас в стране. У него ожидается подвижка до шести километров.

— Мы сегодня смотрели по-



*Айсберг в районе острова Южная Георгия. Огромная льдина ярче облаков и потому кажется плавающей выше их.*

движку,— ответил Л. Попов.— Нашли. Вас интересовали пульсирующие ледники. Растекание их и сжатие мы определяем по характерным «кошачьим лапам» — форме, которую ледниковый язык принимает на выходе из ущелья в долину.

В ответ специалист не смог удержаться от новой просьбы:

— В Каракоруме много «кошачьих лап». Сравните, как они выглядят на Памире и в Каракоруме...

Хозяева станции «Салют-6» обнаружили пульсирующие ледники и в других местах Центральной Азии, на Тянь-Шане, в горах Юж-

ной Америки. Эти данные существенно дополнили сведения, которые используются при составлении «Всемирного каталога ледников». Инициатором его создания был Советский Союз, он же остается одним из основных исполнителей всех работ. Естественно, без помощи космической техники охватить картографической съемкой почти всю планету, тем более в такие короткие сроки, было бы невозможно.

«Всемирный каталог» будет, по видимому, закончен к концу 80-х годов. Отдельной частью в него войдет и «Каталог ледников СССР», над которым тоже немало потру-

дидись космонавты. О значении его для народного хозяйства страны можно судить хотя бы по тому, что только в Средней Азии ледники обеспечивают около половины всего летнего речного стока. Всего же в горных ледниках СССР запасено более двух тысяч кубических километров воды.

Впоследствии по данным каталога можно будет не только прогнозировать водный режим горных рек, но и регулировать его. У нас в стране уже проводились успешные опыты по ускорению таяния ледников (для этого на их поверхности рассеивали темные порошки), а искусственно вызывая над ледниками снегопады, можно будет увеличивать запасы влаги.

Из космоса довольно отчетливо видны следы прокатившихся снежных лавин. Захватывая загрязненный верхний слой снега, они оставляют за собой широкие белые полосы, упирающиеся внизу в огромные сугробы характерной формы. Однако по космическим снимкам можно не только оценивать катастрофические последствия уже сошедших лавин, но и судить о степени грозящей лавинной опасности. Такие наблюдения проводятся в нашей стране на Кавказе, Памиро-Алае, Тянь-Шане, Алтае, в Карпатах и горных районах Байкало-Амурской магистрали.

Чтобы показать, насколько серьезную угрозу могут представлять собой лавины, приведем лишь один пример. Во время первой мировой войны всего за один день, названный впоследствии «черным четвергом», несколько страшных лавин унесли на Альпийском фронте жизни тысяч солдат и офицеров. Всего с обеих враждующих сторон было потеряно около 9 тысяч человек. Вот почему следить за снежной опасностью и предупреждать о ней жителей горных стран нужно постоянно.

В Советском Союзе составляется и «Атлас снежно-ледовых ресурсов мира». Это вклад нашей страны

в Международную гидрологическую программу, которая проводится по решению ЮНЕСКО с 1975 года. Как видно из названия, в новом атласе будут отражены все виды природных льдов, в том числе покрывающие Арктику и Антарктику. Кстати, Антарктика привлекает внимание исследователей не только как главный холодильник планеты. Сейчас все более острой становится проблема пресной воды. А во льдах Южного полушария ее скопилось ни много ни мало 30 миллионов кубических километров. Здесь сосредоточено до 90% всей массы замерзшей воды на Земле.

Огромные антарктические ледники сползают в океан и обрушиваются в него, образуя громадные айсберги.

— Недели полторы тому назад возле острова Южная Георгия заметили большое ледовое поле длиной 80—100 км,— сообщил с борта станции «Салют-6» Ю. Романенко.— Вчера «засекли» его координаты. От него откалываются айсберги и плывут.

— Спасибо, моряки будут вам благодарны,— ответила Земля.

Космонавты обнаруживают крупные плавающие льдины в океане на расстояниях до тысячи километров от станции. И долго следят за их перемещениями. Несколько больших айсбергов в южной части Атлантики находились под контролем из космоса около четырех лет. Сейчас такие наблюдения широко используются для повышения безопасности мореплавания, а в будущем они могут стать и важной частью хозяйственного освоения Антарктиды.

Во многих странах уже разрабатываются наиболее рациональные способы транспортировки айсбергов для получения из них чистой пресной воды. Проектируются специальные суда-буксировщики, прорабатываются вопросы сохранения «консервированной» воды в пути. И основываются эти работы на космической информации о «миграции» антарктических льдов.



*Картина А. Соколова «Огни Парижа».*

## ОГНИ ГОРОДОВ

Коротки ночи в космосе. Всего полчаса, а то и меньше закрывает Земля Солнце от экипажа, погружая в тень летящую станцию. Это для нас ночь — время сна, космонавты же не могут спать всякий раз, когда за иллюминаторами наступает темнота. Ведь на орбите это бывает много раз в сутки. Кстати, ночью из космоса лучше видно, что планета наша... действительно обитаема. И выдают человека прежде всего огни городов.

Даже сдержанный Ю. Романенко и тот не смог скрыть восхищения: — Какая удивительная картина — ночные города! — воскликнул командир станции в одном из сеансов связи с Центром управления.

Г. Гречко поддержал товарища по полету:

— Четко видны кварталы. Я сейчас вижу Москву, она напоминает звезду. Очень красиво! Видны светящиеся магистрали столицы, моего родного Ленинграда, их пригородов. Феерическое зрелище. Мы уже узнаем города по огням: Киев, Баку, Владивосток...

Днем опознавать города намного труднее. На фоне окружающего их ландшафта они выглядят однотонными сероватыми пятнами, и только с помощью карты или глобуса удастся узнать, над каким городом пролегает сейчас путь станции. Но это для невооруженного глаза. На космических снимках, сделанных с помощью увеличивающей оптики, различаются отдельные районы городов, кварталы, проспекты, иногда даже небольшие скверы и крупные здания.

Города растут вместе с нами. А когда мы надолго покидаем их, они словно ускоряют рост и потом встречают нас неузнаваемыми. Действительно, темпы строительства сейчас очень велики. Например, общая площадь, занимаемая Красноярском, за последнее десятилетие увеличилась на одну треть, а ставшая нефтяной столицей Тюмень за

тот же период выросла почти в три раза.

По действующим правилам схемы и карты городов должны обновляться каждые восемь лет. Можно представить, как устаревают они за это время. Корректировать же генеральные планы чаще не удастся. А без точного знания существующего положения невозможно правильно планировать размещение новых заводов и фабрик, жилых районов, культурно-бытовых и торговых центров, зон отдыха, иначе говоря, определять дальнейшие перспективы города. Если учесть к тому же, что только в нашей стране насчитывается сейчас свыше двух тысяч городов, можно представить, какой объем работ по учету современного состояния городского хозяйства должны выполнять градостроители во всем мире.

На помощь им приходит космическая техника. Фотографируя с орбиты, можно уместить в кадр самый большой населенный пункт, захватив еще и пригороды. Всего два кадра понадобилось, например, для съемки со спутника территории почти всей Ленинградской области. На составленной по ним космофото-схеме хорошо видны и сам город на Неве, и небольшие поселки, малые реки, болота, шоссейные и железные дороги. Схема используется для изучения условий расселения и перспектив размещения новых населенных пунктов с учетом охраны окружающей среды.

Очень важно, что съемку со спутника или орбитальной станции легко повторять. Если фотографирование ведется регулярно, можно практически непрерывно следить за тем, как развивается городской организм, в каком направлении и почему растет он охотнее и быстрее. Только обладая исчерпывающей информацией, можно своевременно принимать необходимые решения по управлению этим сложным процессом.

Со временем такая работа будет приобретать все большее значение.

Уже сейчас на планете имеется более 150 городов с населением, превышающим миллион жителей. А к 2000-му году, когда, по прогнозам ООН, в мире будет жить свыше 6 миллиардов человек и большинство из них будут горожанами, многие города могут слиться друг с другом, образовав громадные мегалополисы с несколькими десятками миллионов жителей. Этот безудержный рост необходимо регулировать. И без космической съемки тут не обойтись.

Часто большие города не удается разглядеть или заснять с орбиты из-за укрывающей их непрозрачной пелены, образованной дымом заводов, «дыханием» тысяч автомобилей. А иногда, наоборот, промышленные центры выделяются на фоне окружающей местности именно из-за этого смога. Так, на фотографиях, снятых летом с высоко летающих спутников «Метеор», города, как уже говорилось, почти неразличимы. Зимой же их можно заметить по обширным, в несколько раз превышающим по площади размеры самого города, темным пятнам загрязненного снега.

Истинные масштабы неблагоприятного воздействия городов на окружающую среду стали ясны только благодаря взгляду из космоса. Это заставило городские власти и хозяйственных руководителей с большей ответственностью подойти к очистке вредных выбросов, стимулировало разработку новых безотходных технологий и одновременно дало санитарным органам эффективный способ контроля.

До сих пор мы говорили о городах с многовековой историей. Однако, кроме них, на Земле немало молодых, бурно растущих населенных мест. В нашей стране, как известно, таких новостроек больше всего на Севере, в Сибири, на Дальнем Востоке. Все это, как правило, недостаточно освоенные, мало исследованные, часто сейсмически активные районы с суровым климатом и сложными инженерно-геологиче-

скими условиями — вечной мерзлотой, гористым рельефом, многочисленными озерами и болотами. Изучая их по космическим снимкам, можно более обоснованно выбирать участки для строительства, лучше увязывать проекты с окружающей природой, намечать удобные трассы для дорог, которые свяжут существующие и будущие города и поселки.

Особенно это касается зоны Байкало-Амурской магистрали. И можно понять космонавтов В. Коваленка и А. Иванченкова, которые в течение всего многомесячного полета живо интересовались делами на стройке века:

— Мы рассматривали трассу БАМа и пришли к выводу, что наблюдать ее удобнее в вечернее время.

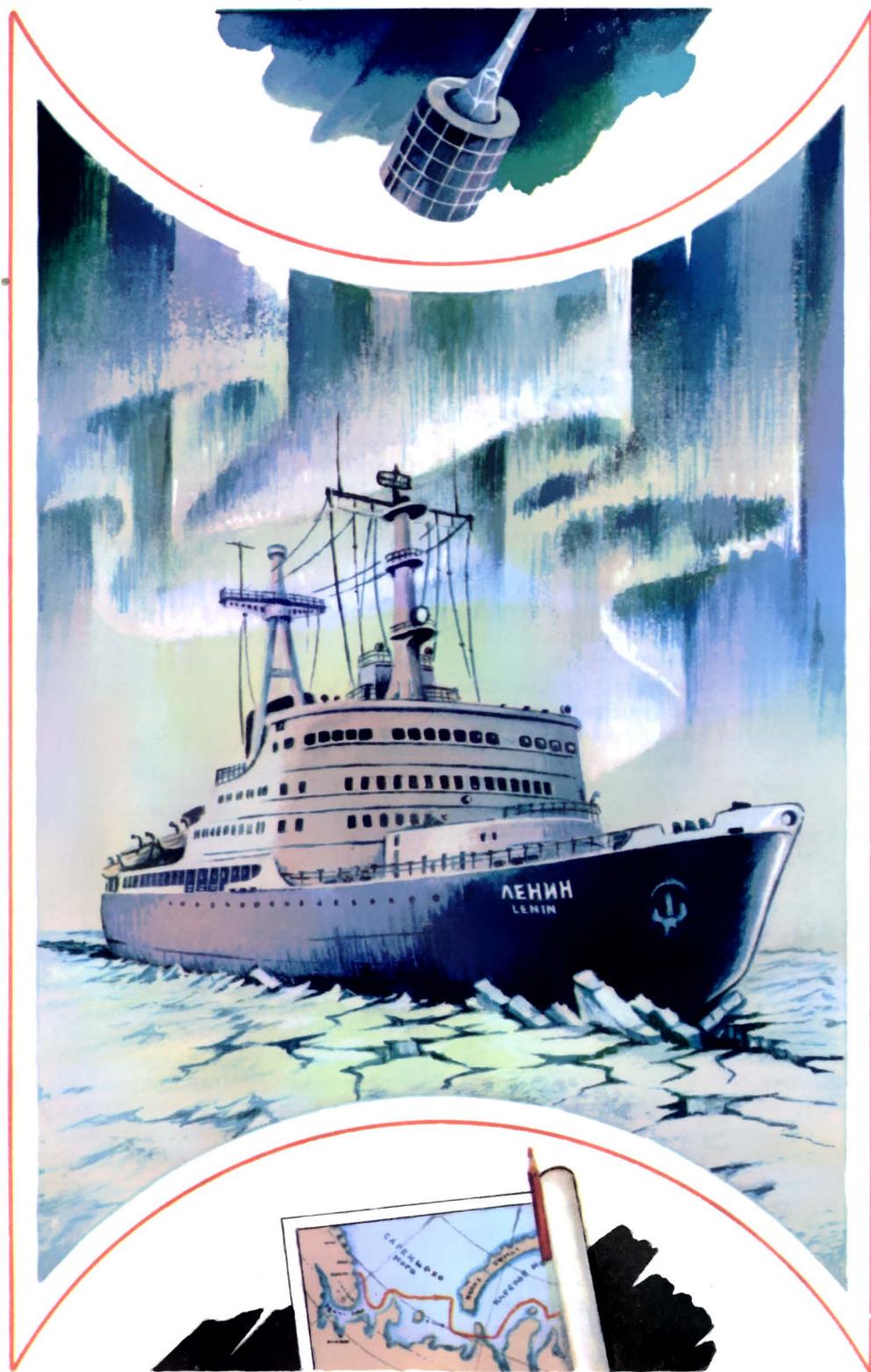
— Представляете: точки электрического света в бескрайней тайге пунктиром указывают контур строящейся магистрали. Будут новые полеты, и по новым светящимся точкам космонавты увидят новые города.

### НАД ГОЛУБЫМИ ПРОСТОРАМИ

В тот день на экране главного зала Центра управления космическими полетами, как всегда, светилась огромная цветная карта мира. По перечеркивающей ее голубой синусоиде медленно полз яркий блик — станция «Салют-6». Вот ее след пересек Средиземное море, поднялся выше и слегка потускнел на фоне Крымского полуострова. На балконе зала в это время негромко говорили заместитель руководителя полетом В. Благов и директор Севастопольского Морского гидрофизического института Б. Нелепо.

— Вот и ваше хозяйство, — улыбнулся ученому Благов, — космонавты уже снимают Черное море.

Вместе с участниками беседы в сообщения с орбиты напряженно вслушивались специалисты двух институтов — океанологии АН СССР и морского рыбного хозяйства



и океанографии Министерства рыбного хозяйства СССР. Их присутствие на сеансах связи в Центре управления никого не удивляло: океан давно стал для космонавтов таким же обычным объектом исследований, как и все другие.

Водная среда, занимающая почти три четверти всей поверхности планеты, в значительной степени остается для нас терра инкогнита. «Мы должны изучать океан, так как он существует,— пишет известный океанограф П. Вейль.— Однако более глубокая причина состоит в том, что существуем мы. Эволюция и сохранение сложных форм жизни, которую мы знаем, возможны только на океанической планете. Хотя человек развивался на суше, позвоночные зародились в море, и поддержание устойчивой окружающей среды для жизни на Земле зависит в основном от большой теплоемкости океана и содержащихся в нем химических веществ».

Свое «законное» место в программах космических полетов океанология заняла после того, как со всей очевидностью выяснилась определяющая роль океана в формировании погоды и климата. Академик Г. Марчук выделяет в нем особые места — так называемые энергоактивные зоны, которые являются своеобразными «генераторами» погоды. Регулярное наблюдение за этими ключевыми районами, расположенными в различных, подчас весьма отдаленных географических точках, может намного повысить надежность и точность прогнозов синоптиков. Длительно и непрерывно вести такие наблюдения могут только спутники.

«Голубая пустыня» — так еще совсем недавно называли центральные части открытого океана. Пустынный — значит, однообразный, монотонный и, в общем-то, малоинтересный. Такой взгляд бытовал даже среди ученых и в значительной мере определял отношение к изучению таких акваторий.

В последние годы представления

об океане резко изменились. Если бы мы могли окинуть его единым взором, нашим глазам представилась бы картина непрерывного движения. Подчиняясь вращению Земли, циркулируют вдоль берегов гигантские водяные кольца. В этот круговорот захватывается вся толща океана. Питаемые солнечной энергией, кольца меняют свою форму — они то сжимаются, то снова увеличиваются в размерах. Там, где два таких потока соприкасаются, возникают мощные течения типа Гольфстрима или Куроисио. Их движение тоже не постоянно. Они то и дело меняют свое «русло», часто петляют. Иногда эти петли замыкаются, и тогда образуются огромные вихри диаметром в сотни километров. Оторвавшись от породившего их течения, они обретают самостоятельность и могут годами блуждать среди водных просторов.

Сейчас мы уже знаем, что океан чрезвычайно изменчив, непостоянен. Жизнь его полна перемен — мгновенных и неторопливых, охватывающих огромные площади и происходящих лишь в ограниченных местах. И уследить в глобальном масштабе за этими «сменами настроений» без космической техники невозможно.

Сначала для этого использовали снимки спутников «Метеор», а затем были созданы специализированные космические аппараты типа «Космос» и «Интеркосмос». Установленные на них приборы могут измерять температуру воды и воздуха над нею, интенсивность волнения, скорость ветра и влажность у поверхности, различать оттенки цвета воды, следить за дрейфующими льдами... Одновременно спутники собирают аналогичные данные с разбросанных по всем морям и океанам автоматических буев, следят за их дрейфом, поддерживают связь с научно-исследовательскими судами. Этой информации оказывается достаточно для того, чтобы океанологи в кратчайшие сроки могли составлять кар-

ты — температурные, поверхностного волнения, скорости течений, ветра и облачности, ледовой обстановки. Так, оборудованный радиолокатором спутник «Космос-1500» уже не раз помогал морякам Арктики выбирать оптимальные маршруты для проводки судов в тяжелых льдах. При этом он не только «видел» сквозь тучи разводья и трещины, но и определял возраст льдов и, следовательно, их толщину.

Помогают океанологам и космонавты. Конечно, автоматам можно многое поручить, и они прекрасно все выполняют — скрупулезно и аккуратно. Но в этой педантичности и их недостаток. Запрограммированный на определенный вид деятельности, робот не всегда заметит необычное явление, а если и заметит, не обязательно отреагирует на него должным образом. А в том, что океан может преподнести сюрпризы, уже успели убедиться не один раз.

На космических снимках в районе Багамских островов обнаружили какие-то странные перистые образования. Бесстрастно зафиксировав их на пленке, спутник не смог сообщить о них никаких дополнительных сведений. Пришлось обратиться за помощью к космонавтам. Ответ В. Коваленка разочаровал ученых. Открытие не состоялось — таинственные «перья» оказались всего лишь вытянутыми подводными дюнами.

26 июня 1979 года с борта станции «Салют-6», на которой в то время летали В. Ляхов и В. Рюмин, прозвучало:

— В 10.44 наблюдали странное явление. В 200—300 километрах восточнее Африки в течение двадцати секунд видели вздыбленное море. На чистой воде, как девятый вал, высилась волна шириной 1—2 и длиной порядка ста километров. Впечатление такое, будто два вала сошлись и, столкнувшись, поднялись над гладкой поверхностью...

Земля не сразу нашлась с ответом. И лишь на следующий день попросила:

— Если будет возможность, последите за валами в океане. До сих пор подобное видели лишь вы и экспедиция Володи Коваленка.

А потом в Центре управления все же усомнились:

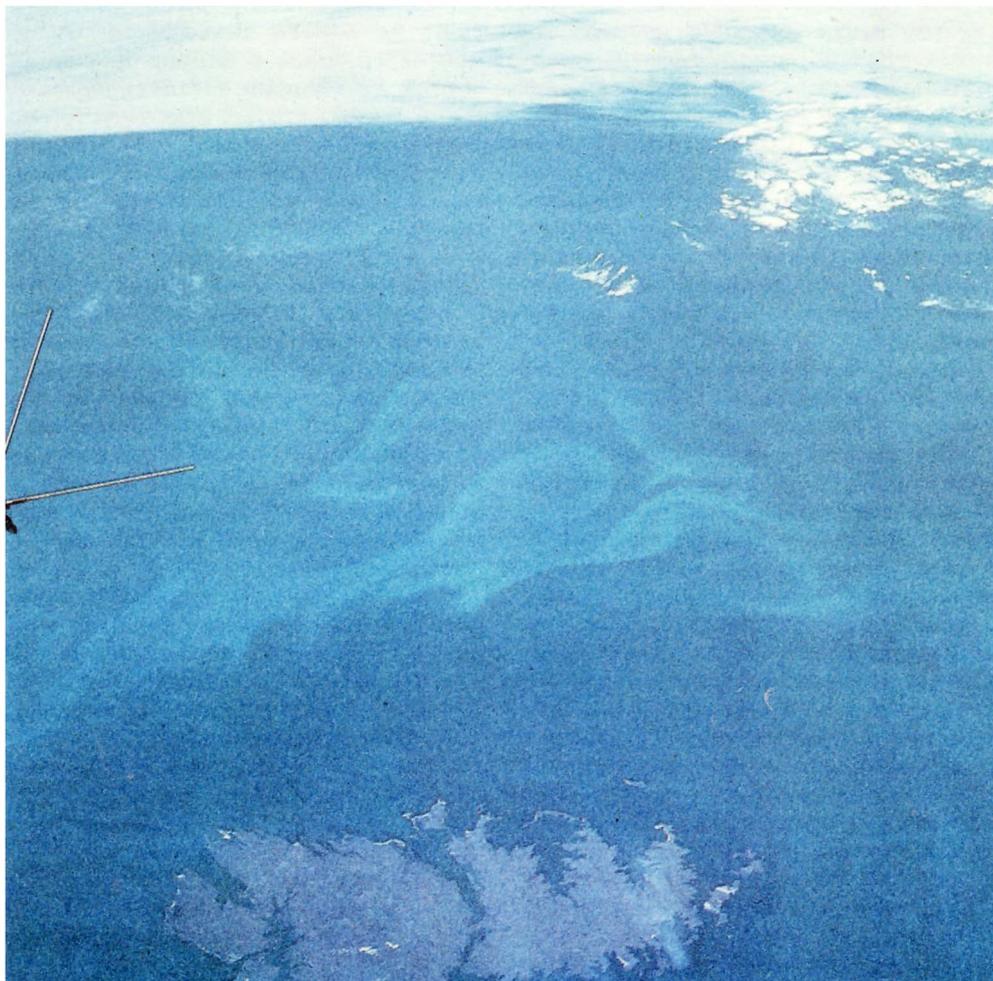
— А может быть, это было оптическое явление?

— Нет, мы ясно видели тень от волны,— ответили космонавты.

Достаточно убедительно объяснить этот феномен океанологи не смогли. Некоторые из них полагают, что таким образом могут проявляться так называемые внутренние волны. Эти глубинные «штормы» охватывают значительные толщи воды. На глубине 400 метров размах скрытых волн может достигать 200—250 метров. Незаметные для обычных судов, они представляют большую опасность для подводных лодок. С ними связывают, например, случившуюся несколько лет назад таинственную гибель американской субмарины «Трэшер».

К удивлению специалистов, внутренние волны иногда хорошо просматриваются на космических снимках. Они выглядят там, как периодически повторяющиеся светлые и темные полосы. С орбиты можно определить их длину, скорость и направление движения. Помимо обеспечения безопасности подводного плавания, это позволяет подсчитать запасы тепловой энергии в верхних слоях океана — величину, которая в большой мере определяет работу погодного механизма.

В недоумение повергли ученых и неоднократно повторявшиеся сообщения о наблюдениях с орбиты горных хребтов на дне океана. Совершенно очевидно, что никакой, даже самый зоркий, взгляд не способен проникнуть на глубину нескольких километров. Однако и космонавтам нельзя было не верить. Арбитром в споре стали измерения космических высотометров. Они показали, что действительно водная поверхность, как огромный экран, отражает формы рельефа океанского дна. Так, например, над



*Формирование океанических вихрей в Южной Атлантике вблизи Фолклендских островов.*

Пуэрториканской глубоководной впадиной, расположенной в районе печально известного Бермудского треугольника, океанская поверхность тоже прогибается, опускаясь, по сравнению со средним уровнем, на 15 метров. Над подводными горами и возвышенностями наблюдается обратная картина — водная поверхность образует здесь своеобразные купола.

По сравнению с размерами этих неровностей, составляющими в поперечнике сотни километров, их высота и глубина слишком малы. Поэтому заметить морские «холмы»

и «долины» смогли только со спутников.

С помощью сверхточных космических высотометров удается исследовать и циркуляцию вод. Дело в том, что течения заметно изменяют уровень воды и таким образом выделяются на общем фоне океанской поверхности.

Давно и систематически наблюдают с орбит и за океаническими вихрями. Начало этим исследованиям положили первые хозяева «Салюта-6» Ю. Романенко и Г. Гречко. Вихри, как правило, отличаются измененной окраской и темпера-

турой. Последнее особенно важно, так как свидетельствует о том, что вихри служат «транспортным средством» для крупномасштабных переносов тепла. Синоптики считают, например, что в Атлантическом океане вихри переносят более трети всего тепла, которое распространяется с юга на север и определяет погоду и климат на значительной территории Европы. Аналогичные процессы происходят и в других районах Земли.

В один из дней длительного полета на орбитальной станции «Салют-6» космонавты Л. Попов и В. Рюмин заметили неподалеку от течения Гольфстрим зеленоватобурый вихрь. Он имел размеры около 50 км и продолжал расти. А уже через три дня небо над ним полностью закрылось облаками: над вихрем образовался атмосферный циклон. Экипаж воочию наблюдал непосредственное взаимодействие океана с атмосферой, играющее столь важную роль в формировании погоды и климата.

Космонавты всегда с большим вниманием следят за развитием и движением мощных циклонов и тайфунов. Они заблаговременно предупреждают население тропической зоны о приближении разрушительных ураганов, дают предварительную оценку их силе и масштабам.

Кроме вихрей, в океане регистрируются и так называемые фронты — границы, разделяющие водные массы с различными физическими свойствами. Они образуются, например, при встречах различных течений. Так, фронтальная зона между Бразильским и Фолклендским течениями, которую наблюдали в 1974 году американские астронавты со станции «Скайлэб», тянулась непрерывно более чем на 3500 км. В 1978 году ту же извилистую линию сфотографировали космонавты «Салюта-6». На этот раз ее устойчивость была нарушена, и течения образовали несколько крупных вихрей.

Как вихри, так и фронты интересуют не только синоптиков. Физические границы в океане оказались еще и границами биологическими. Дело в том, что во всех неустойчивых зонах возникают и вертикальные перемещения вод. Заключенные в вихрях водные массы в зависимости от направления их вращения могут подниматься или опускаться. А там, где глубинные слои выходят на поверхность, скапливаются и усиленно размножаются мелкие растительные и животные организмы, образующие планктон — излюбленный корм промысловых рыб. Вот почему одни вихри имеют зеленый, а другие — голубоватый оттенок. В первых воды движутся снизу вверх, а во вторых — наоборот.

Кстати, раньше окраске океанских вод не придавали особого значения. Однако уже первые космонавты отметили, что цвет «морской волны» здесь далеко не единственный. Они наблюдали в океане разнообразные по форме и величине пятна и полосы, окрашенные в самые разные тона — от зелено-желтых до красноватых. Судовые исследования показали, что так выдаются течения, места опускания и подъема вод, выносы крупных рек.

Научиться без ошибок читать космические снимки океанологам помогла та же «этажерка». Специалисты нескольких научных учреждений Советского Союза вместе с учеными ряда социалистических стран провели у берегов Крыма эксперимент «Интеркосмос — Черное море». Сначала морскую гладь «раскрашивали» с судов специальными неядовитыми красителями, имитируя таким образом естественные океанские цвета, а затем образовавшиеся пятна одновременно снимали со спутников «Метеор», орбитальной станции «Салют-7» и аналогично оборудованного самолета-лаборатории. Под ними вели комплексные исследования научно-исследовательское судно «Профес-

сор Колесников» и группа ученых, расположившаяся на стоящей в километре от берега океанической платформе. В это же время весь морской полигон стремительно обследовала быстрходная «Комета».

### «ГРИБЫ» В ОКЕАНЕ

Используя космическую технику, океанологи могут совершать открытия, не ступая ногой на палубу корабля. На спутниковых фотографиях разных районов Мирового океана — в том числе Черного, Балтийского, Японского морей — обнаружили неизвестный ранее тип течений. Узкие поверхностные струи длиной от 10 до 150 км разветвлялись в конце на два вихря, закручивающихся в разные стороны. С орбиты такое движение вод по форме напоминает гриб. Если течение захватывает с собой планктон или какие-либо другие плавающие частицы, оно отличается по цвету от окружающих вод и его можно снять на фотопленку. Если же воды «гриба» не содержат посторонних частиц, он обнаруживается аппаратурой, регистрирующей его температуру.

«Рыба любит, где глубже...» Если бы все было так просто... Даже заправский рыбак, отправляясь с удочками на исхоженную вдоль и поперек речку, не знает, с чем вернется. Накануне всматривается в закат, «пробует» ветер, постукивает по градуснику, недоверчиво слушает обещания бюро прогнозов. Но ни собранная информация, ни многолетний опыт не гарантируют улова. Решающим чаще всего оказывается фактор совершенно ненаучный — удача.

Современное рыболовное судно отличается от рыбака-любителя, как океан от лесного ручейка. Рассчитывать на везенье капитанам траулеров и сейнеров не приходится. Им нужна твердая уверенность.

А ее могут дать лишь знание и учет всех причин, побуждающих рыбу собираться в определенных местах: размещения корма, направления течений, температуры, солености, прозрачности воды... Все эти данные, как уже говорилось, можно оперативно получать из космоса.

Многие из них закодированы в цвете. «В первые дни полета, когда еще не полностью адаптируешься в невесомости, может показаться, что цвет поверхности океана везде одинаков, — рассказывал бортинженер «Салюта-7» В. Соловьев. — Но постепенно свойства зрения улучшаются — об этом свидетельствуют все космонавты, которые совершили длительные экспедиции, — и начинаешь различать малейшие оттенки цветов».

О привыкании, адаптации зрения упомянул в своем полетном дневнике и В. Лебедев: «До недавнего времени мы не представляли, как в открытом океане могут выглядеть большие планктоновые поля. Сколько ни смотрели на океан, но их не видели, а сейчас убедились, что они есть в виде бирюзовых или зеленоватых пятен огромной протяженности, до ста километров на голубом фоне воды. В общем, через два месяца появилось зрение».

Глаз человека действительно непревзойденный оптический прибор. Он может различать несколько тысяч оттенков цветового фона. Но одно дело различать, и совсем другое — определять их так, чтобы каждый однозначно понимал, о каком тоне идет речь. А без этого наблюдения космонавтов во многом теряют свою ценность.

Поэтому экипажи орбитальных станций стали снабжаться цветовыми атласами и колориметрами — приборами для количественных оценок цвета. И атласы и колориметры содержат большое количество цветных таблиц-эталонов. Сравнивая с ними цвет увиденных с орбиты природных объектов и отождествляя его с определенным табличным, космонавты намного по-

вышают точность своих наблюдений.

Несколько десятилетий потратили ученые на создание «Каталога цвета вод Мирового океана». А космонавты А. Березовой и В. Лебедев осенью 1982 года меньше чем за месяц собрали информацию, которая позволила уже через несколько дней воспроизвести его целиком.

С каждым новым днем длительного полета все более заманчивыми становятся для космонавтов обычные земные радости. «Как там у вас с рыбалкой?» — поинтересовался как-то с орбиты В. Ляхов. «Собираемся скоро съездить в Рузу за карасями», — ответил оператор Центра управления. И вместо завистливых вздохов услышал: «А мы здесь тоже рыбачим: наблюдаем, замечаем пятна в океане, докладываем, а рыбаки там ловят...»

О том же рассказывал космонавт В. Савиных: «Как положено заядлым путешественникам, мы ловили рыбу (а если точнее, то обнаруживали ее местоположение для рыбаков и делали путевые заметки). Вся выловленная рыба, правда, пошла на стол к землянам, нам же и на уху не доставалось. Зато Володя (Коваленок) был чрезвычайно горд, это у него хобби — «ловить» рыбу из космоса, и чуть у него выдалась свободная минутка, смотришь, уже завис над иллюминатором и впился глазами в океанскую гладь. Самый что ни на есть настоящий рыбак, хоть и без удочки». И далеко не каждый рыбак, даже оснащенный самыми совершенными орудиями лова, может похвастать такой радиограммой, которую получил в День рыбака экипаж станции «Салют-7»: «От имени моряков Северного, Южного и Дальневосточного бассейнов передаем Анатолию Березовому и Валентину Лебедеву самые наилучшие пожелания в решении задач, предусмотренных программой исследований Мирового океана. Выражаем особую благодарность за большую помощь нашему флоту. Заместитель министра Быстров».

## РАДИРУЕТ... АКУЛА

Снятая из космоса фотография была не только необычной, но и очень красивой: в залившей кадр густой синеве, распластав лопасти хвоста, стремительно несло какое-то веретено. Самое большое животное на Земле, кит, даже с такого расстояния являл собой внушительное зрелище.

Под впечатлением подобных картин ученые одного из университетов Великобритании решили выяснить, нельзя ли использовать спутники для более рациональной организации лова китов. В роли кита в их эксперименте выступала крупная акула. К ее спинному плавнику прикрепили миниатюрный передатчик. Каждые полтора-два часа американский спутник транслировал его сигналы на приемный пункт в Тулузе, откуда информация по телексу передавалась в университетскую лабораторию.

Одновременно спутник делал инфракрасные и цветные снимки вод, в которые заплывала акула. Так в течение нескольких дней удавалось контролировать буквально каждый «шаг» хищника. Как и ожидали, он неотступно следовал за дрейфующими полями планктона, которые привлекали к себе рыбу.

Океан всемогущ, возможности его безграничны, считалось еще совсем недавно. Однако общее количество добываемой из него рыбы постепенно приближается к научно обоснованному пределу. И путь здесь один — перейти, как это произошло ранее в сельском хозяйстве, от собирательства к культивированию, то есть к целенаправленному выращиванию морских организмов. Кое-что в этом направлении уже сделано, но широкого развития марикультура, как называют иногда морское «сельское хозяйство», достигнет лишь тогда, когда мы будем знать океан так же хорошо, как сушу. И здесь многого следует ждать от космической техники.

Спутники, посвятившие себя морю, помогут человеку в организации рационального использования биологических ресурсов океана. Составленные по космическим снимкам карты течений, температур водной поверхности, расположения кормовых полей позволят не только выработать научно обоснованные рекомендации по регулированию лова в глобальном масштабе, но и обеспечить постоянное воспроизводство рыбных запасов, сохранить редкие виды морских обитателей.

### ЧТО ТАКОЕ «МОНИТОРИНГ»?

В одно время в северной части целинного Казахстана среди сельского населения участились случаи серьезных заболеваний. Причем совхозы, в которых появлялись такие больные, прилегали к железнодорожной линии, соединяющей Караганду с Магнитогорском. Выяснить причину неожиданно помогли космические снимки. На них было отчетливо видно, что примерно на 15 километров по обе стороны от дороги снег потемнел, покрывшись угольной пылью. Она день и ночь летела с составов, везущих на Урал карагандинский уголь, и вместе с воздухом попадала в дыхательные пути работавших на полях людей. Меры были приняты решительные — перевозку топлива на открытых платформах запретили, и воздух вокруг снова стал таким, каким и бывает в степи — прозрачным и чистым.

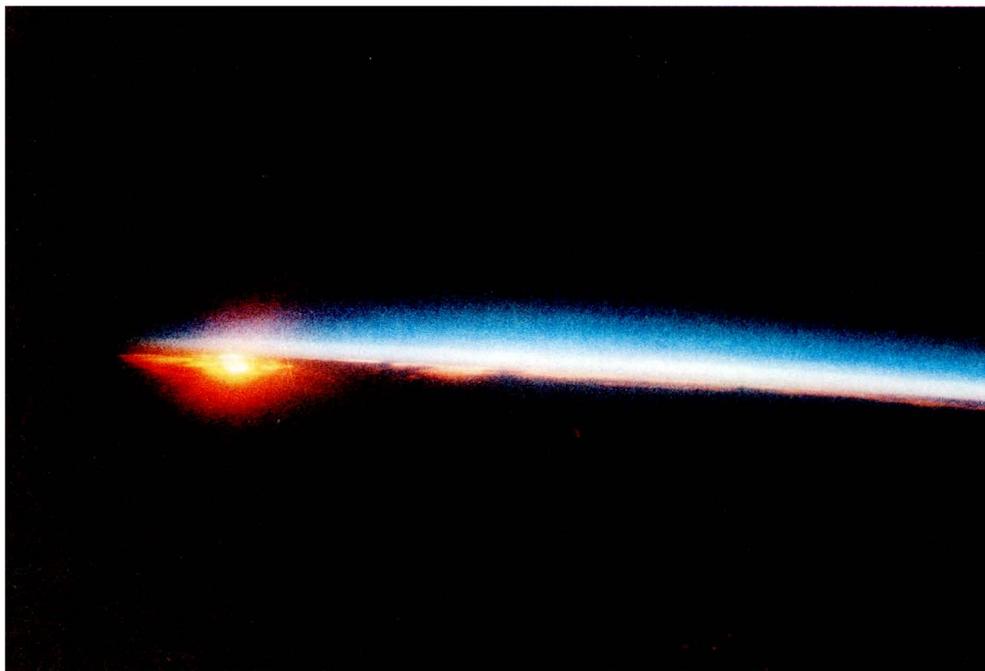
В проект размещения перспективных зон отдыха в Подмоскowie оставалось внести последние завершающие штрихи, когда на столы проектировщиков легли космические снимки столичной области. И пришлось вновь засесть за карты и схемы: многие места, выбранные для строительства пионерских лагерей, санаториев и пансионатов, оказались в зоне влияния промышленных предприятий. Их выбросы, не

замеченные на Земле, не смогли укрыться от космического дозора. Это только два примера, когда космонавтика помогает лучше разобраться в экологической обстановке. Но их можно было бы легко умножить.

«...На каждом шагу факты напоминают нам о том, что мы отнюдь не властвуем над природой так, как завоеватель властвует над чужим народом, не властвуем над ней так, как кто-либо находящийся вне природы,— что мы, наоборот, нашей плотью, кровью и мозгом принадлежим ей и находимся внутри ее, что все наше господство над ней состоит в том, что мы, в отличие от всех других существ, умеем познавать ее законы и правильно их применять»<sup>1</sup>. Хотя Ф. Энгельс написал эти строки задолго до наступления научно-технической революции, трудно более точно выразить самую суть взаимоотношений общества с окружающим его миром. Становясь более могущественным, человек оказывает все большее влияние на среду своего обитания, изменяет ее, нередко нарушая при этом течение сложившихся тысячелетиями природных процессов. Непрерывные и повсеместные наблюдения и контроль за этим воздействием (ученые называют его антропогенным) и составляют главную задачу космического мониторинга.

«Слой атмосферы, хранящий нас, хрупок, тонок, как след от пальцев на стакане...» Вряд ли у поэта докосмической эры хватило бы воображения для такого смелого сравнения. Да и у читателя тогда оно вызвало бы недоумение. А сегодня А. Вознесенский смело рассчитывает на понимание. И имеет на это все основания. Вспомним, как поразил космонавтов вид воздушной оболочки планеты,— такой тонкой и беззащитной она им показалась. Взгляд из космоса наглядно показал, как мало нужно, чтобы

<sup>1</sup> Энгельс Ф. «Диалектика природы». М., Политиздат, 1982, с. 153.



нанести атмосфере непоправимый ущерб и как «преуспевают» в этом люди.

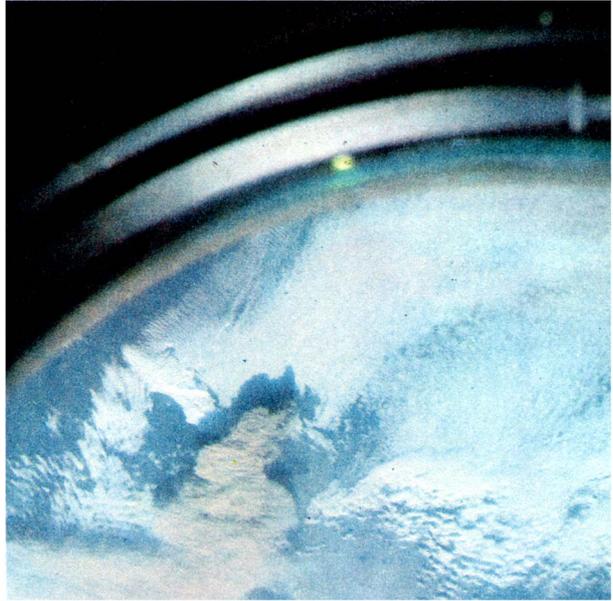
На космических снимках хорошо видно, как застилаются темной дымной пеленой большие индустриальные районы. Смог не только мешает дышать, отравляет наши легкие, он губит и окружающую природу. Соединяясь с содержащимся в воздухе водяным паром и выпадая на землю в виде осадков, промышленные выбросы угнетают леса, пастбища, сельскохозяйственные посевы. Английские ученые, например, подсчитали, что потери урожая за счет так называемых кислотных дождей в ряде районов страны составляют не менее десяти процентов. Ядовитые «поливывы» ослабляют растения, понижают их сопротивляемость заморозкам, болезням и вредителям.

Кислотные дожди стали причиной уменьшения рыбных запасов в озерах Скандинавии, осадки, незаметно разъедающие памятники архитектуры, кабели, отмечены в ряде мест США и Канады, в странах Западной и Восточной Европы.

Поступающие в атмосферу вредные примеси угрожают и озоновому слою. Он окружает Землю на высотах 18—26 километров, защищая все живое от губительной ультрафиолетовой радиации Солнца. Солнце же помогает космонавтам и следить за состоянием этой защитной оболочки. Во время полетов на орбитальных станциях экипажи по несколько раз в сутки встречают и провожают светило. Во время каждого восхода и захода солнечных лучи последовательно пронизывают все слои атмосферы, в том числе и озоновый слой. Установленные на борту приборы регистрируют при этом поглощение света молекулами газа. Чем больше молекул озона встречает на своем пути солнечный луч, тем выше поглощение и соответственно тем больше содержится его в атмосфере.

По мере удаления от промышленных центров концентрация посторонних газов и твердых частиц в атмосфере снижается. Перестают быть заметными они и на космических снимках. Однако неразличи-

*Такой видят зарю космонавты.  
По аналогичным снимкам  
ученые определяют свойства  
земной атмосферы.*



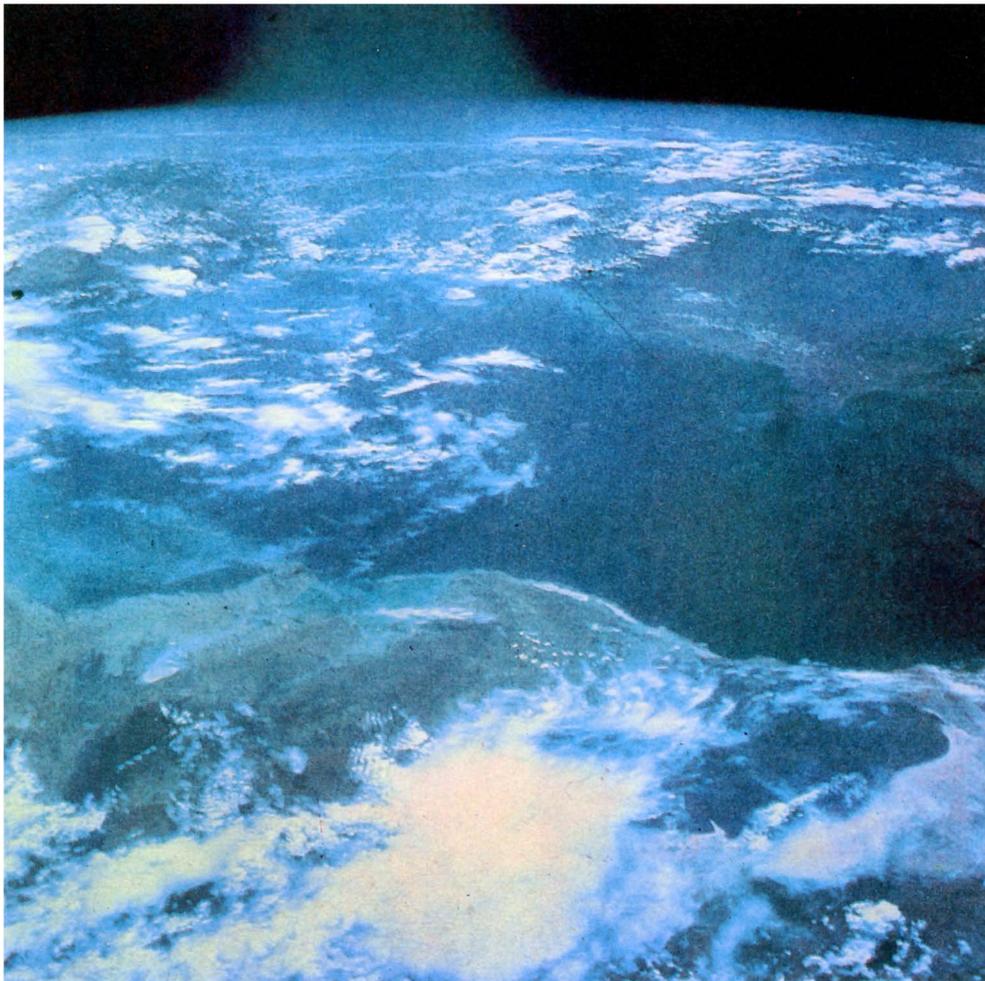
*Извержение вулкана Алаид  
на Курильских островах,  
снятое экипажем орбитальной  
станции «Салют-6» в 1981 году.*



*Африка, дельта реки Нил.  
Съемка космонавтов  
Ю. Романенко и Г. Гречко.*

мая глазом дымка загрязненного воздуха все же затемняет изображение, делает его, как говорят фотографы, чуть более плотным. Этого «чуть-чуть» оказывается достаточно, чтобы его почувствовала специальная вычислительная машина. Черно-белая фотография поме-

щается в ЭВМ, нажимается кнопка, и на экране дисплея вспыхивает яркая цветная картина. Это машина, выделив на снимке участки с различным содержанием вредных примесей в воздухе, окрасила их в заданные цвета. Цветной код при этом может быть произвольным.



*Каспийское море. Снимок из космоса.*

Скажем, особо загрязненные зоны становятся красными, менее опасные — желтыми, а практически чистые — зелеными. Машина способна различать самые тонкие градации оптической плотности. Соответственно в ее палитре насчитывается несколько десятков оттенков, каждым из которых кодируется измеренная концентрация вредных примесей.

Но атмосферу загрязняет не только дыхание индустрии. Превратив в пашню огромные массивы земель, человек обезоружил почву перед ветром. В засушливых областях сильные бури поднимают в

воздух миллионы тонн пыли, переносимая ее за сотни и тысячи километров. Одним из первых это явление наблюдал с орбиты командир космического корабля «Союз-3» Г. Береговой. На сделанных им снимках были видны пострадавшие от ветра участки земной поверхности. Тогда же выяснилось, что, загрязняя атмосферу, мощные пылевые бури неблагоприятно влияют на погоду и климат.

А вот что наблюдал космонавт В. Лебедев: «Над Африкой увидел сильнейшую пыльную бурю, которая закрыла всю видимость, начиная от основания Африканского Рога,



*Северо-западная Африка. Испанская Сахара.*

закрыла южную часть Аравийского полуострова, наполовину Персидский залив. Красное море открыто только в северной части, остальное все затянато рыжим одеялом. Самый сильный ветер гонит по нему пенный гребень, впереди которого несутся клубы песка. Хорошо видно, как эти клубы пыльной бури накатываются на горные породы вдоль берега, закрывая их постепенно рыжим туманом. Такой сильный песчаной бури мы еще не видели».

Не остаются незамеченными из космоса и невидимые — тепловые — загрязнения атмосферы. Особенно много тепла выделяют большие

города. Так, скажем, над Нью-Йорком температура повышается на 6—8 градусов. А ведь города-гиганты на планете уже не редкость. Перегрев атмосферы со временем может привести к весьма драматическому повороту в судьбах Земли. Поэтому следует непрерывно контролировать этот процесс, чтобы со временем остановить его и повернуть вспять.

#### «ВУЛКАНИЧЕСКИЕ СТРАСТИ»

*Задолго до полета первой американской орбитальной станции*

Национальная ассоциация учителей и Национальное управление по авиации и исследованию космического пространства США объявили конкурс среди учеников старших классов средней школы. Ребята должны были придумать эксперименты для «небесной лаборатории» «Скайлэб».

Космическая станция — не школьная лаборатория. Предложения должны были быть серьезными, по-настоящему научными, а оборудование для экспериментов — портативным или, как говорили, «чемоданным». Не допускались никакие специальные сложные или громоздкие системы, ограничивались и необходимые затраты электроэнергии. Задача непростая, но по молодости лет авторам разрешалось пользоваться советами старших.

На конкурс поступило 3409 предложений. Из них отобрали 19. Девятнадцать счастливых приняли самое непосредственное участие в разработке «своей» аппаратуры, обучении экипажа методикам исследований, а по окончании полета — в обработке результатов.

Среди признанных «молодых ученых» был и Джо Смолк. Этот школьник предложил измерять из космоса тепловое излучение Земли, чтобы выяснить, как оно поглощается атмосферой. При этом рекомендовалось сравнить излучение промышленных и сельских районов, а также попытаться улучшить методику прогнозирования вулканических извержений.

С помощью аппаратуры Смолка астронавтам удалось зарегистрировать четыре действующих вулкана в Гватемале. А пролетая над американским штатом Оклахома, они обнаружили необычное «кратеро-подобное образование», в котором самая высокая температура была не в середине, как в жерлах вулканов, а, наоборот, повышалась от центра к краям. До того времени о вулканах в Оклахоме и слыхом не слышали. По-видимому, среди экспертов, изучавших вместе с Джо полу-

ценную информацию, не было горячих болельщиков. В противном случае мысль о том, что загадочный объект — всего лишь бушующий страстями футбольный стадион, пришла бы к ним гораздо быстрее.

Следят из космоса и за чистотой Мирового океана. На фоне отраженных от воды солнечных бликов хорошо заметна растекшаяся по поверхности нефтяная пленка. Как уже говорилось, отчетливо видны с орбиты и выносы рек. Самые крупные из них, как, например, Амазонка, впадая в океан, замутняют его на сотни километров.

Загрязненные воды различаются и на инфракрасных космических снимках. Дело в том, что излучение океана представляет собой отраженное или рассеянное толщей вод излучение Солнца. Чистая вода полностью поглощает инфракрасные солнечные лучи, а загрязненная частично их отражает.

На снятых со спутников инфракрасных изображениях можно увидеть и температурные аномалии во внутренних водоемах. Так, не совсем остывшие сбросовые воды тепловых электростанций выглядят на снимках как светлые струи на темном фоне более холодной поверхности озер и водохранилищ. А ведь даже незначительное повышение температуры закрытого водоема может пагубно отразиться на его животном мире, особенно на микробном населении.

По определению комиссии ООН, мониторинг — это «система повторных наблюдений элементов окружающей среды в пространстве и во времени с определенными целями и в соответствии с заранее подготовленными программами». Этому определению как нельзя лучше соответствуют программы наблюдений из космоса биосферных заповедников. Впервые они были осуществлены в нашей стране.

Сейчас на планете уже более двухсот таких заповедников. Каждый из них состоит из нескольких

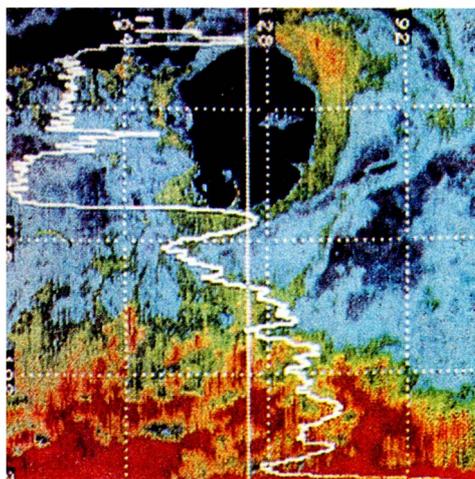
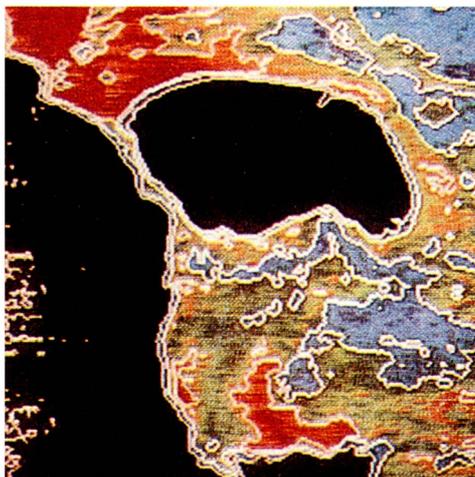
зон, различающихся по степени охраны, регулирования и использования. Строже всего охраняется центральная зона, или ядро заповедника. Вмешательство в природные процессы здесь категорически запрещается. Ядро заповедников окружают буферные зоны, открытые для посещений и экскурсий. Здесь также проводятся научные эксперименты, во время которых допускается ограниченное воздействие на природную среду — бурение, закладка шурфов, взятие образцов почв и растительности. В следующей зоне «строгости» еще меньше. В ней можно косить, пасти скот, проводить туристские походы. А последняя зона практически мало чем отличается от обычных населенных районов.

Биосферные заповедники бывают разных размеров. Самые крупные из них занимают площадь около 30 тысяч квадратных километров и целиком их можно наблюдать только из космоса. Лишь с орбиты охватишь взглядом и следующие по величине заповедники, называемые базовыми станциями. Их площадь обычно приближается к трем тысячам квадратных километров. Более мелкие заповедные территории изучаются с самолетов.

В Советском Союзе уже действует несколько биосферных заповедников. Они организованы в пустынях Средней Азии, Центральной черноземной зоне, на Дальнем Востоке, в Предуралье... В перспективе число таких территорий должно возрасти.

### ПТИЦЫ ЛЕТАЮТ НИЖЕ

Больше всего работники Красноводского орнитологического заповедника заботятся о пище для своих подопечных. Хватит ли ее всем, нет ли недостатка в каком-либо виде корма, какой «ассортимент блюд» будет предложен прибывающим на зимовку. А в заповедник, который раскинулся на восточном



*Результат обработки космических снимков залива Кара-Богаз-Гол, полученных с интервалом в полгода. Заметно, как уменьшилась площадь залива. Съёмка велась в инфракрасном диапазоне.*

берегу Каспия, каждую осень прибывает почти 12 миллионов новоселов. Лебеди-шипуны, розовые фламинго, гуси, утки — великое множество водоплавающих проводит здесь зиму.

Раньше сотрудники заповедника определяли запасы кормовой растительности практически на глаз. Чтобы сделать это с необходимой точностью на сотнях тысяч гектаров, им понадобилось бы несколько лет. Приходилось довольствоваться

лишь приблизительными расчетами.

Положение в корне изменилось после того, как территорию стали фотографировать из космоса. Теперь дирекция заповедника имеет все данные, необходимые для того, чтобы помочь птицам спокойно перезимовать.

Космонавт А. Александров как-то сравнил ядро одного из заповедников с «зеленой каплей», ярко выделяющейся на фоне измененного человеком ландшафта. Собственно говоря, биосферные заповедники и создаются для такого сопоставления. Изучая состав, структуру, развитие заповедных зон, можно судить о степени воздействия человека на природу, прогнозировать его последствия, учиться управлять этими взаимоотношениями.

Сравнивая из космоса не тронутые плугом участки целины с распаханными полями, ученые следят за изменением плодородия земель. Исследования показали, что в степной и лесостепной зонах нашей страны так называемые окультуренные почвы уже утратили почти 25% перегноя, или гумуса. А если гумуса мало, большого урожая не получишь, даже если применить удобрения: они не удерживаются такой почвой, «проваливаются» до уровня грунтовых вод и смываются ими, загрязняя водоемы.

Тревогу вызывают и результаты космического контроля за изменением общей площади пашни. В 1978 году космонавты В. Коваленок и А. Иванченков впервые в мировой практике проводили такие эксперименты с борта орбитальной станции «Салют-6». Сравнение сделанных ими фотографий со снимками тех же мест, отснятых восемь лет назад экипажем космического корабля «Союз-9», показало, что площадь пахотных земель за это время заметно уменьшилась. Поля, пригодные для посевов, занимают новые населенные пункты, заводы...

Информация из космоса используется и гидрогеологами. Они за-

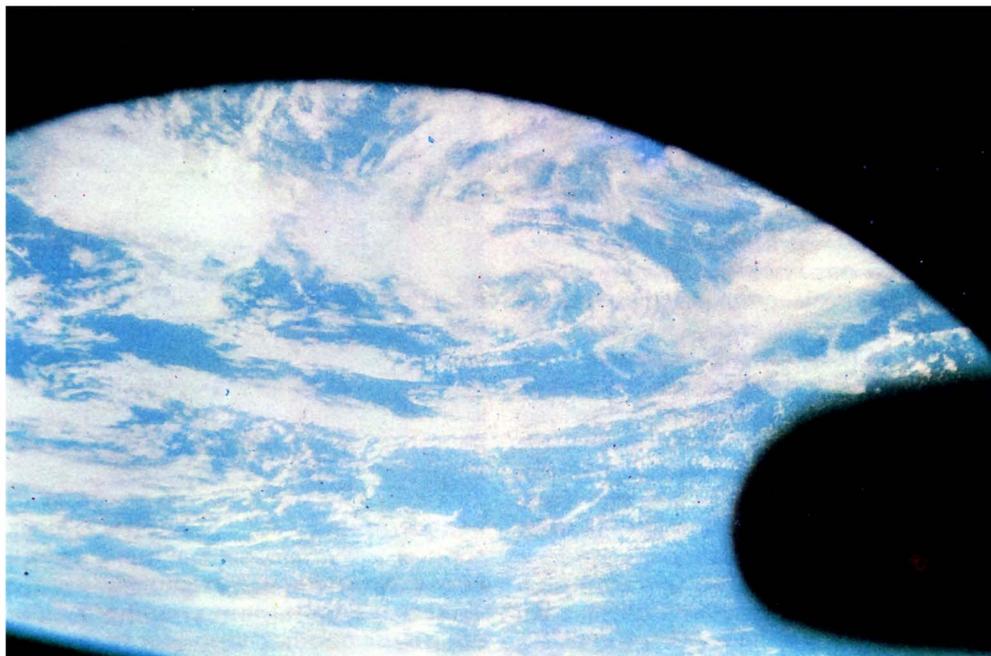
нимаются орошением засушливых земель, снабжением водой пастбищ и поселков, созданием водохранилищ. В последнее время большое беспокойство вызывает у них состояние Аральского моря. На космических снимках заметно, как сильно изменились за сравнительно короткий срок его очертания. Например, полностью высох Муйнакский залив, а береговая линия в южной части моря отступила на 20—25 км. Вдоль берега здесь хорошо видны полосы и пятна солончаков, соль с которых сдувается на орошаемые поля.

Аналогичное явление происходит и в низовьях Амударьи. Подсчитано, что с образующихся здесь солончаков на гектар полей принесется до 900 кг солей. Сравнение космических снимков Амударьи с результатами аэрофотосъемки ее за последние 25 лет приводит к неутешительному выводу: если не принять решительных мер, к 2030 году дельта реки превратится в настоящую пустыню.

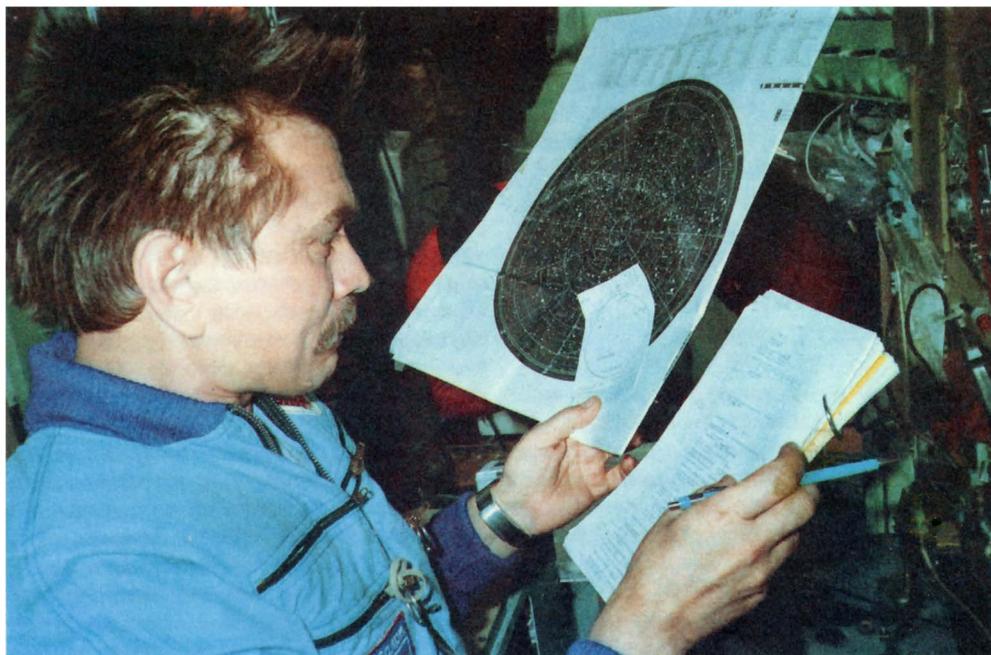
Такие меры разрабатываются и проводятся в жизнь. Чтобы свести до минимума потери влаги, переустраивается сеть оросительных каналов. Высвободившиеся при этом массы воды направят в Арал. Планируется пополнить и водные запасы Амударьи.

## СУДЬБА «ЧЕРНОЙ ПАСТИ»

Каспий мелел. К середине 60-х годов его уровень понизился на два с лишним метра. Чтобы приостановить уход воды от берегов, нужно было уменьшить испарение с поверхности. Проще всего было отсечь от моря мелководные заливы, и в первую очередь самый большой из них — Кара-Богаз-Гол. Расположенная ниже Каспия «Черная пасть» (так переводится название залива) ежегодно поглощала из него немало драгоценной влаги. Узкое горло залива перекрыли платиной. Кара-Богаз-Гол был обречен.



*Облачные образования над Землей.*



*Космонавт А. Березовой во время исследований атмосферы Земли на станции «Салют-7».*

Когда же в замкнутом водоеме испарится последняя капля воды? Точного ответа на этот вопрос никто дать не мог. Ученые называли разные сроки, колебавшиеся от 5 до 25 лет. Пришлось обратиться за помощью к спутникам. Несколько фотографий, снятых с орбиты через определенные интервалы времени, позволили определить: заливу осталось жить три года. Космический прогноз оправдался полностью. В ноябре 1983 года Кара-Богаз-Гол превратился в безводную пустыню.

В последнее время воды в Каспии прибавилось, и «Черную пасть» решили напоить. Ее вновь соединили с морем. Теперь спутниковые данные используют для регулирования стока в залив.

Мониторинг — производное от латинского «monitor», что означает «предостерегающий». Когда-то так называли матроса, несущего вахту на носу корабля и предупреждающего о возможных столкновениях со встречными судами, мелями, рифами. Космический мониторинг выходит сейчас на передовой край борьбы за охрану окружающей среды, предостерегая человека, подсказывая ему безопасные пути среды возводимых им же самим «мелей и рифов».

## ОТ ПОГОДЫ ДО КЛИМАТА

Каждый день по радио и телевидению рассказывают о погоде в стране и за рубежом. Особенно внимательно прислушиваемся мы к прогнозам на завтра и последующие дни. В подтверждение своих обещаний синоптики демонстрируют с экрана спутниковые снимки и составленные по ним и другим данным синоптические карты. На нескольких склеенных вместе кадрах мы, словно космонавты, видим сверху океаны и континенты, часть или всю страну целиком. Сотрудник Гидрометцентра показывает атмо-

сферные фронты, циклоны, направления движения теплых и холодных воздушных масс, объясняет, какие изменения погоды и где они предвещают. До появления спутников возможности службы погоды были намного скромнее. Она имела в своем распоряжении несколько тысяч наземных станций и приборы для сбора метеорологических данных, устанавливаемые на кораблях, самолетах, ракетах и аэростатах. Казалось бы, не так уж мало. Однако это обилие опорных пунктов кажущееся. Метеорологических станций не было почти на 80% поверхности планеты. И сегодня они весьма редки на океанских просторах, их явно недостаточно в труднодоступных горных и пустынных районах, среди льдов Арктики и Антарктики.

Потребность же в информации об атмосферных процессах возрастает с каждым годом. Открываются новые межконтинентальные авиалинии, все гуще становится сеть маршрутов грузовых и пассажирских судов, а рыболовный флот освоил уже практически весь Мировой океан. И все: моряки, летчики, рыбаки, а с ними агрономы и скотоводы, мелиораторы и геологи, лесники и железнодорожники, гидрологи и полярники, наконец, путешественники и туристы — остро нуждаются в точных прогнозах погоды на огромных территориях. «Важнейший вывод, к которому пришли уже давно все метеорологи, — писал известный советский специалист по физике атмосферы академик К. Кондратьев, — звучит так: атмосферные процессы надо изучать все сразу, и притом не в отдельных частях земного шара, а одновременно по всей Земле». Так что рождение космической метеорологии было как нельзя более своевременным.

Первый спутник-синоптик «Космос-122» был запущен в Советском Союзе в 1966 году. Уже тогда на нем имелся практически весь набор аппаратуры, которая и сегодня устанавливается на спутниках погоды.



*Метеорологический спутник  
«Метеор» на ВДНХ.*

Телевизионные камеры наблюдали за облачностью на освещенной (дневной) стороне Земли, а на ночной работали инфракрасные приборы, измерявшие температуру земной поверхности и верхней границы облаков. Их дополняла аппаратура, которая регистрировала отраженную от Земли солнечную радиацию, а также тепловое излучение планеты и ее атмосферы.

Чтобы Земля не остывала и не перегревалась, она должна отдавать в космос столько энергии, сколько получает ее от Солнца. В основном так и происходит. Однако этот баланс может быть нарушен. Скажем, вырубая леса, человек увеличивает площадь хорошо отражающей гладкой поверхности и таким образом повышает отдачу энергии. В результате климат в этих местах может стать холоднее. Или другой пример. Сжигая много топлива, мы нагреваем и загрязняем атмосферу, увеличивая в ней содержание углекислого газа и пыли. Эти примеси, как стекло в парнике, задерживают уходящее от Земли тепло, что влечет за собой заметное потепление. Кстати, на Венере, которая обладает мощной атмосферой, состоящей в основном из углекислого газа, именно парниковый эффект, по-видимому, в значи-

тельной мере определяет высокую температуру ее поверхности.

Метеорологические спутники «Метеор» и «Метеор-2», сменившие в свое время космические аппараты типа «Космос», запускаются на близкие к полярным орбиты, то есть обращаются вокруг Земли в плоскостях, почти перпендикулярных к плоскости земного экватора. Таким образом, они осматривают не только средние широты, но также северную и южную полярные области Земли. При этом положение орбит спутников в пространстве не меняется, тогда как планета, вращаясь, как бы подставляет автоматическому наблюдателю для осмотра все новые свои районы.

Большую часть поверхности нашей планеты занимают водные пространства. Они и оказываются чаще всего под спутниками. Для метеорологов это весьма кстати — ведь океан не зря называют кухней погоды. Кроме съемки облаков, космические аппараты с высокой точностью определяют температуру верхнего слоя воды в точках, отстоящих друг от друга всего на несколько десятков километров. С помощью радиолокаторов спутники в любую погоду измеряют скорость ветра у поверхности океана, а их инфракрасная аппаратура, как уже говорилось, по разнице температур находит зоны активного движения вод.

### КУДА ДУЕТ ВЕТЕР?

Знай синоптики ветровую обстановку на всей Земле, претензий к ним было бы куда меньше. Ведь это воздушные течения перемещают циклоны и облачные фронты, принося непогоду в одни места и расчищая небо в других. В сведениях о направлении и скорости движения воздушных масс очень нуждаются и авиаторы. Составляя маршруты полетов с учетом этой информации, они могли бы избегать трасс с сильным встречным ветром

и лучше использовать попутный.

Некоторые зарубежные специалисты считают, что лучше всего с задачей глобального сбора данных о воздушных потоках может справиться специальный спутник. Предлагается оснастить его лазерным дальномером и измерять характеристики ветра по отражению лазерного луча от летающих на различных высотах пылинок и других примесей. Космический аппарат, который условно назвали «Уиндсат» (ветровой спутник), мог бы два раза в сутки обследовать всю атмосферу нашей планеты.

Летая на высотах порядка 900 км, спутники «Метеор-2» за один оборот собирают информацию почти с пятой части всей поверхности земного шара. Для того же, чтобы полностью удовлетворить нужды службы погоды, необходимо осматривать всю Землю, и к тому же несколько раз в сутки. Поэтому в полете одновременно должен находиться не один космический разведчик, а два-три. Такое число спутников, дежурящих на орбитах, плоскости которых развернуты друг относительно друга соответственно на 90 или 60 градусов, позволяют в течение суток дважды собирать синоптические данные почти со всей поверхности планеты. Что касается нашей страны, то для получения ее полного телевизионного изображения одному спутнику достаточно совершить последовательно всего шесть витков. Занимает это чуть более десяти часов.

Информацию с метеоспутников принимают главные приемные пункты в Москве, Новосибирске и Хабаровске и более 80 упрощенных станций, разбросанных по территории Советского Союза, социалистических и других стран — членов Всемирной метеорологической организации. Аналогичные приемные пункты оборудуются на научно-исследовательских судах и в Антарктиде.

После обработки спутниковые сообщения превращаются в фотоснимки, карты и схемы, на которых указываются очертания облачности, снежных и ледяных полей, тропические вихри, высоты верхней границы облаков. Гидрометцентр СССР оперативно распространяет эту информацию по стране и одновременно передает ее в международные организации. Спутниковые данные заметно повысили достоверность прогноза на двое-трое суток. Точнее оцениваются теперь и общие тенденции изменения погоды на более длительные сроки. Особенно большое значение имеют сообщения из космоса о приближении грозных стихийных явлений: ураганов, тропических штормов, смерчей, грозных ливней, сильных туманов... Предотвратить природные катаклизмы люди пока не могут. Но, предупрежденные заранее, они получают возможность заблаговременно подготовиться к встрече с бедой, не дать застать себя врасплох. Так, например, о приближении сильного тайфуна, натворившего в 1981 году немало бед на Дальнем Востоке, спутники сообщили за сутки, и население края успело принять необходимые меры.

Спутники погоды позволяют мореплавателям избежать многих опасностей. Плавая через океаны по оптимальным маршрутам, проложенным с помощью космических данных, суда торгового и рыболовного флотов значительно сокращают время каждого рейса, экономя при этом немало горючего, а составленные по спутниковым снимкам карты ледовой обстановки обеспечивают уже который год навигацию по Северному морскому пути.

Взгляд из космоса оказывается полезным и для речников. Весной 1980 года, например, они с помощью спутников сумели найти разводья в озерных льдах на трассе Волго-Балта и на три недели раньше пустили суда по каналу.

Широко пользуются информацией с орбит и авиаторы. Они руководствуются ею при составлении авиационных прогностических карт и предупреждений об особо опасных явлениях погоды, которые могут встретиться на дальних воздушных трассах и во время межконтинентальных перелетов.

Когда на орбиту поднялся первый метеорологический спутник, за плечами космонавтов оставалось уже более пяти лет пилотируемых полетов. И они уже имели некоторый опыт наблюдений за погодой. Но по-настоящему вести эту работу начали экипажи орбитальных станций. Участники многомесячных космических экспедиций имели возможность продолжительно следить за ходом процессов в атмосфере, в деталях оценивать их динамику и развитие.

— Сейчас у нас справа по ходу полета большой циклон с глазком в центре,— докладывал с борта «Салюта-6» В. Коваленок.— Ориентировочно размер циклона 400 на 400 км, а внутри воронка. Передайте по инстанциям.

Земля сразу заинтересовалась этим сообщением:

— Хорошо. А не можете сказать, куда он движется?

— Посмотрим на следующем витке,— ответил командир экипажа.— За этим циклоном нужно наблюдать, сфотографировать...

Через трое суток космонавты снова заговорили о поразившем их облачном образовании:

— Циклон вчера в третий раз наблюдали в 16 часов. Прошли как раз над его горловиной. «Глаз» его имеет в диаметре 25 километров...

— Красавец, говоришь?— спросил оператор Центра управления.

— Очень красив. Сегодня четвертый день его наблюдаем.

Следя за облаками, космонавты не ограничиваются простой констатацией фактов. Они делают выводы, пробуют сами предсказывать погоду:

— На орбите особенно понимаешь, насколько важна метеорологическая подготовка. 90% нашего полета проходит над облаками... Мы можем подсказать, где фронт, куда он смещается. Недавно предсказали, что в Москве будет хорошая погода.

— Володя,— улыбнулся оператор связи В. Коваленку,— в Звездном теперь только твои прогнозы слушают.

А на следующий день уже вполне серьезно поблагодарили:

— «Фотоны», от всех вам огромная признательность за ваш великолепный прогноз погоды. Сначала даже не верилось. Поутру был дождичек, а после обеда совершенно ясное небо.

— Нам сверху видно все,— шутиливо ответили со станции словами популярной песни.

«Человеку ничего не оставалось бы требовать от бога, если бы он научился правильно предсказывать погоду». Это высказывание М. В. Ломоносова устарело разве что по форме. Прогнозы Гидрометслужбы СССР, широко использующей сообщения космонавтов и данные «Метеоров», уже позволяют нашему государству ежегодно экономить сотни миллионов рублей. Но это лишь начало. И если синоптики и сегодня обращают взоры к небу, то вовсе не потому, что рассчитывают на помощь всевышнего.

В 70-е годы слова «погода» и «климат» неожиданно перестали относиться только к Земле. Полеты автоматических межпланетных станций впервые поставили вопрос о метеорологии других небесных тел. На переданных через миллионы километров снимках мы увидели мощные пылевые бури на Марсе, затянутое облачной пеленой оранжево-красное небо Венеры, гигантские вихри в атмосфере Юпитера... Длительные наблюдения искусственных спутников Венеры и Марса позволили сопоставить идущие на них атмосферные процессы с аналогичными явлениями на Земле.

В распоряжении ученых оказались природные модели климата, в ряде черт сходные с земным, а в чем-то резко отличающиеся от него.

Если из цепи взаимосвязанных явлений мысленно выбросить одно из звеньев, можно таким образом вскрыть его влияние на ход процесса в целом. Что было бы с климатом Земли, если бы на ней не было океанов? Ответ на этот вопрос может подсказать Марс — планета, сходная с Землей по массе, размерам, характеристикам движения, но практически полностью лишенная жидкой влаги,— и тем самым еще больше прояснить роль океанов в формировании климата нашей планеты.

Можно, наоборот, не исключать, а искусственно усиливать значение отдельных звеньев логической цепи. Космонавтика и в этом случае предлагает вместо воображаемого эксперимента реальные наблюдения. Так, состоящие из капелек серной кислоты облака Венеры заставили по-другому взглянуть на роль сульфатных частичек, которые в значительно меньшем количестве дрейфуют в атмосфере Земли на высотах от 15 до 25 километров.

Пересохшие русла марсианских рек наводят на мысль о существовании там когда-то теплого и влажного климата. Если его изменения, как полагают некоторые исследователи, были вызваны длительным периодом повышения солнечной активности, то следы этой затянувшейся «вспышки» должны были как-то запечатлеться и в истории Земли. Грядущую же судьбу нашей планеты в том случае, если мы не перестанем загрязнять ее атмосферу, может прояснить изучение грандиозных пыльных бурь на Марсе. К чему может привести разрушение озонового щита, мы тоже можем узнать на примере «красной планеты», где окружающий ее слой озона неустойчив и имеет клочковатое строение.

## КТО ВИНОВАТ?

В редакцию одной из газет пришло письмо. Автор приводил примеры погодных сюрпризов, увязывал их с полетами космических кораблей и требовал прекратить безобразия. Время от времени такие послания встречаются не только в редакционной почте. Похоже, публицические разъяснения метеорологов о несоизмеримости масштабов погодообразующих процессов и космических запусков убеждают не всех. Может быть, неверующих успокоят космонавты? Дадим слово трижды поднимавшемуся на орбиту В. Шаталову: «Ответственность за плохую погоду довольно часто пытаются взвалить на нас, космонавтов. Понаделали, мол, дырок в небе, отсюда и засуха. Или, наоборот, наводнение. Но в прошлом-то даже ледниковые периоды бывали, причем без всякого влияния цивилизации! Ну, а какой «вклад» в изменение климата может внести мировая космонавтика, видно хотя бы из следующего: на запуск «Союза» или «Прогресса» расходуется меньше керосина, чем только на одну заправку авиалайнера Ил-62 или, допустим, «боинга». Вот и считайте. Если уж говорить о засорении воздушного пространства, то «главная роль» в этом процессе, конечно, принадлежит промышленности. Крупных городов ФРГ или, скажем, Японии с орбиты просто не видно: они прикрыты сверху плотными дымовыми «шапками».

А вот пример из расчетов ученых. Ежегодно во время запусков и возвращения всех космических аппаратов в атмосферу Земли выбрасывается около 200 тонн окиси азота. А автотранспорт и электростанции только одних США каждый год выделяют 15 миллионов тонн этого вредного газа, разрушающего озоновый экран планеты. Сравните — 200 и 15 миллионов. Участие космонавтики в загрязнении воздуха поистине ничтожно.

И все же разговоры о «дырках»

в небе имеют под собой кое-какие реальные основания. Дело, конечно, не в том, что космические ракеты «рвут» воздушную оболочку планеты, а в том, что они нарушают спокойствие самой верхней части атмосферы — ионосферы. Ионосфера — не воздух, а очень разреженная плазма, состоящая из электронов и ионов. Так вот, мощные ракеты во время запусков в космос «очищают» ионосферу от населяющих ее электронов в радиусе нескольких сотен километров. Этот эффект даже предлагали использовать. Астрономы, которым ионосфера мешает принимать испускаемые некоторыми небесными телами низкочастотные радиоволны, хотели бы таким образом расчищать небо над радиотелескопами. Понятно, однако, что запускать ракеты только с этой целью было бы слишком накладно.

Самая крупная для своего времени американская ракета «Сатурн-5», поднявшая на орбиту космическую станцию «Скайлэб», оста-

вила в ионосфере «след» диаметром почти 2000 километров. Конечно, для «расчистки» неба не обязательно пользоваться такими мощными и дорогими средствами. Чтобы создать в ионосфере радиопрозрачное окно достаточной величины, необходимо рассеять на высоте 50—100 километров около ста килограммов жидкого водорода. Доставить его туда может обычная геофизическая ракета.

Такой «укол» позволит наземным радиотелескопам в течение нескольких часов получать информацию от обычно недоступных для них небесных объектов.

Однако, кроме высокой стоимости, эта процедура представляет и определенную опасность. Она может нарушить целостность слоя атмосферного озона, который защищает жизнь на планете от губительного воздействия ультрафиолетового солнечного излучения. Понятно, такой риск ничем не может быть оправдан.

# Часть II



# АЛЛО, СПУТНИК!



## ЛУНА И «МОЛНИЯ»

Как вы думаете, сколько телефонных звонков раздается в мире ежедневно? Десятки, сотни миллионов? Нет, более двух миллиардов. Одних только междугородных переговоров происходит каждые сутки свыше 10 миллионов. Сотнями тысяч исчисляется и количество соединений между абонентами, живущими в разных странах и на разных континентах. Представляете,

какой протяженности и сколь разветвленной должна быть глобальная система телефонной связи?

А потребности в новых линиях продолжают расти. Например, пропускная способность каналов, соединяющих противоположные берега Атлантического океана, каждые пять лет должна удваиваться. Строительство кабельных и проводных линий уже давно не поспевает за все нарастающим потоком встречных сообщений. На помощь пришло радио, но и оно постепенно сдает позиции перед накатывающимся информационным бумом. Вспомните, как близко, почти вплотную, а то и перекрывая одну и ту же волну, располагаются станции на шкалах радиоприемников. Коротковолновых радиостанций стало уже столько, что они мешают друг другу. Да и настроив приемник на нужную волну, не всегда прослушаешь все из-за врывающихся в передачу посторонних шумов. Коротковолновые линии самые дальнедействующие, но они весьма уязвимы перед помехами, особенно в полярных областях, где магнитные бури нередко прерывают все связи.

Гораздо меньше боятся атмосферных и прочих помех ультракороткие радиоволны (УКВ). Но у них есть другой существенный недостаток: они распространяются только в пределах прямой видимости. Когда приемная станция находится за горизонтом передающей, связь оказывается невозможной. Увеличить расстояние между станциями можно, подняв антенны. Но слишком высокими их тоже не построишь — это и дорого, и выигрыш в дальности передач оказывается не столь большим, как хотелось бы. Поэтому для организации дальней УКВ связи строятся промежуточные ретрансляционные пункты. Их антенны, установленные через каждые 50 км на башнях высотой 80 метров, принимают сигнал с предыдущей башни и после усиления передают следующей. Такие радиорелейные линии тоже недешевы,

к тому же дополнительные промежуточные звенья снижают общую надежность всего тракта и ухудшают качество передаваемой информации. Если же корреспондентов разделяют океаны или протяженные и труднодоступные горные районы, рассчитывать на услуги УКВ вообще не приходится.

Чем выше антенны ретрансляторов, тем, понятно, реже их можно возводить на линии радиорелейной связи. В принципе всю передаточную цепочку вообще можно было бы свести к одному звену, если его антенну поднять достаточно высоко. С запуском первых искусственных спутников Земли такая возможность стала вполне реальной.

Использовать небесное тело в качестве зеркала, отражающего радиоволны, пытались еще в первые послевоенные годы. Об искусственных спутниках Земли тогда только мечтали, приходилось экспериментировать с естественным. Однако Луна неважно приспособлена для этой цели. Мало того, что ее усыпанная рыхлым грунтом поверхность плохо отражает радиоволны, лунный шар практически одинаково рассеивает их во все стороны. В результате к Земле возвращается лишь ничтожная часть посланной в небо энергии. Да если бы и удалось тогда наладить хороший контакт через космос, его возможности были бы весьма ограниченными. Ведь такая связь возможна только в те недолгие часы, когда ночное светило одновременно видно из обоих связываемых пунктов.

В 1957 году вокруг планеты закружилась первая искусственная Луна. Однако маленький шарик с четырьмя усами-антеннами еще почти ничего не умел. Прошло три года, прежде чем в космосе оказался первый специализированный спутник связи. Это была как бы Луна в миниатюре. Такой же круглый, как она, тридцатиметровый в диаметре надувной шар обращался вокруг Земли на высоте 1300 километров, отражая посылаемые к не-

му радиоволны. И так же как его природный прототип, спутник отбрасывал их равномерно по всем направлениям. Работать с ним могли только мощные передающие станции. И все равно для того, чтобы уловить еле слышное космическое радиоэхо, нужна была очень чувствительная приемная аппаратура. Сложность и высокая стоимость наземных устройств не окупались при этом даже простотой и дешевизной самого спутника.

Причин для отказа от таких пассивных спутников связи было более чем достаточно. На смену им пришли активные ретрансляторы. Космические аппараты нового поколения представляли собой летающие радиостанции, оснащенные приемными, преобразующими и передающими радиоустройствами. Естественно, были на них приборы и агрегаты, обеспечивающие работу многочисленных систем спутников и управление ими с Земли.

Первенцем космической связи в Советском Союзе стал запущенный весной 1965 года спутник «Молния-1». Многие месяцы он обеспечивал обмен телевизионными программами и регулярную телефонную связь между Москвой и Владивостоком. Осенью того же года на орбиту вышел второй аналогичный спутник — началась эксплуатация системы дальней двусторонней телевизионной и телеграфно-телефонной связи. Третий аппарат использовался уже для обмена телепрограммами между СССР и Францией.

С тех пор космический «парк» «Молний» регулярно пополняется. Работают уже более совершенные и лучше приспособленные для международной связи «Молния-2» и «Молния-3». Но принципиальное устройство спутников остается без особых изменений. Все они имеют по две складных и распрямляющихся на орбите «зонтичных» антенны для приема и передачи сигналов, а также по три одинаковых ретранслятора, состоящих из приемных,

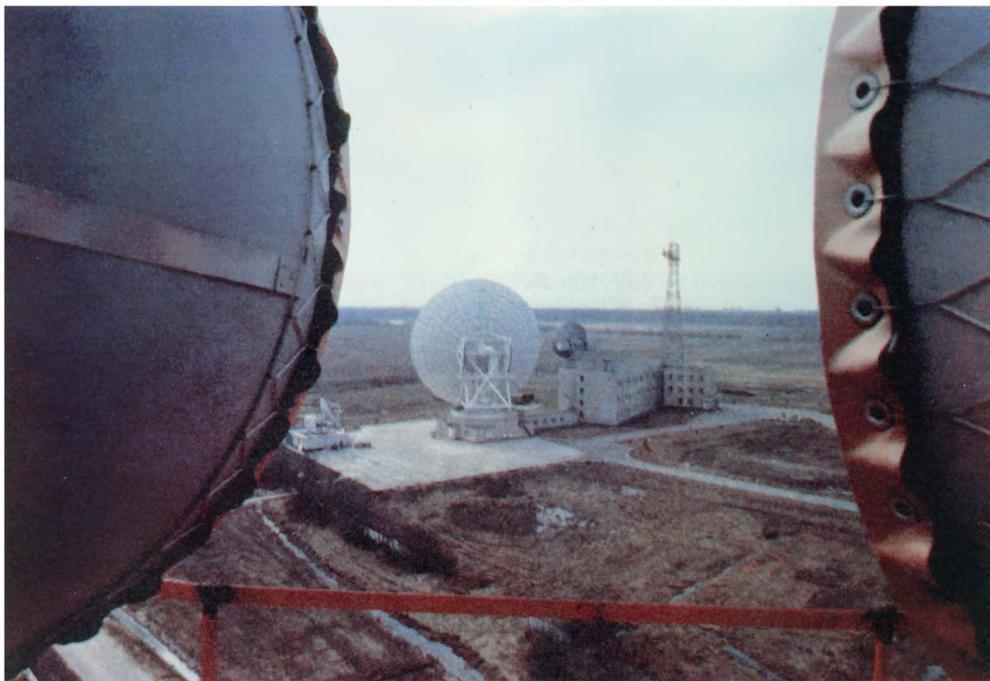
преобразующих и усилительных устройств. Работает при этом лишь один ретранслятор, два других остаются в резерве.

Центральная наземная передающая станция посылает в космос соответствующим образом обработанные и превращенные в определенную последовательность электромагнитных колебаний телевизионное изображение с сопровождающим его звуком, телефонную речь, телеграфные сообщения. Эти сигналы принимаются на спутниках «Молния», преобразуются и после усиления вновь передаются на Землю, но уже в других направлениях. В пунктах приема их улавливают большие чашеобразные антенны наземных станций «Орбита», построенных почти во всех крупных городах нашей страны. Там принятые сигналы проходят новую цепочку преобразований, и вот уже на экранах телевизоров где-нибудь за тысячами километров от телецентра смотрят московские передачи или слышат в телефонной трубке голоса далеких друзей.

### ВНИМАНИЕ, ГОВОРIT ВУЛКАН!

Станция «Орбита» нашла себе неожиданное применение: с помощью ее двенадцатиметровой антенны... определяют температуру разогретой вершины действующего вулкана.

Тятя — одна из самых беспокойных огнедышащих гор Курильской гряды. Со своей базы, расположенной здесь же на острове Кунашир в городе Южно-Курильске, за вулканом постоянно наблюдают специалисты Института вулканологии Дальневосточного научного центра. Раньше для проведения измерений им приходилось каждый раз проезжать более 50 километров и затем подниматься к вершине на высоту около двух тысяч метров. Экспедиции снаряжались регулярно, так как только систематическое слежение



*Антенны международного центра спутниковой связи «Дубна» под Москвой, которые обеспечивают телефонную связь и обмен телевизионными программами между Советским Союзом и другими странами.*

за тепловым режимом дает возможность правильно предсказывать извержения вулкана.

Теперь ученые отправляются в такие поездки значительно реже. Вместо этого в сторону Тяти разворачивают расположенную близ города антенну «Орбиты» и сравнивают радиотепловое излучение вулкана с тепловым потоком от соседних холодных вершин. Сопоставление этих величин и дает искомую температуру. Так построенная для связи с космическими аппаратами станция приобрела еще одну чисто земную профессию.

«Молнии» запускаются на вытянутые эллиптические орбиты, пересекающие плоскость земного экватора под углом 65 градусов. Совершая полный оборот вокруг планеты за 12 часов, спутники поднимаются над Северным полушарием Земли на высоту почти 40 тысяч километров, опускаясь над Южным

до 500 километров. Такая орбита дает возможность длительное время «видеть» территорию Советского Союза и на каждом витке в течение восьми часов осуществлять связь между его крайними западными и восточными областями. Если же за одним спутником по той же трассе с интервалом в несколько часов следуют второй и третий, связь между большинством населенных пунктов в нашей стране обеспечивается круглосуточно.

Вращаясь внутри орбиты спутника, Земля вводит в зону его действия все новые территории. Поэтому «Молнии», кроме обслуживания советских станций, позволяют также перебрасывать радиомосты между СССР и странами Европы, Азии, Центральной и Северной Америки.

Наверное, читатель не раз видел ночью летящий спутник. Крохотная искорка быстро движется среди неподвижных звезд, и мы, прикованные вниманием к ней, невольно

поворачиваем вслед голову. Так же сопровождают «Молнии» и наземные антенны станций «Орбита». Подчиняясь принимаемым из космоса радиосигналам или командам специальных программных устройств, многотонные металлические чаши непрерывно «ведут» спутник по небу.

Конечно, гораздо проще было бы работать с неподвижным космическим ретранслятором. Но он только тогда становится спутником Земли, когда ракета разгонит его до огромной скорости. И все же «остановить» спутники оказалось возможным.

### АНТЕННА ВЫСОТОЙ 36 ТЫСЯЧ КИЛОМЕТРОВ

В 1975 году в Советском Союзе был впервые запущен новый спутник связи «Радуга». Космический аппарат был выведен на так называемую геостационарную орбиту. Он вращался вокруг Земли в ее экваториальной плоскости на высоте около 36 тысяч километров. При этом угловая скорость спутника равнялась скорости вращения планеты, и, таким образом, он оказывался неподвижно висящим над выбранной точкой экватора.

Так же как и «Молния», «Радуга» помогала передавать через космос и наземные станции «Орбита» телевизионные программы, телефонные разговоры, телеграфные послания. С включением спутников «Радуга» в систему «Орбита» ее зона действия и объем передаваемой информации заметно выросли.

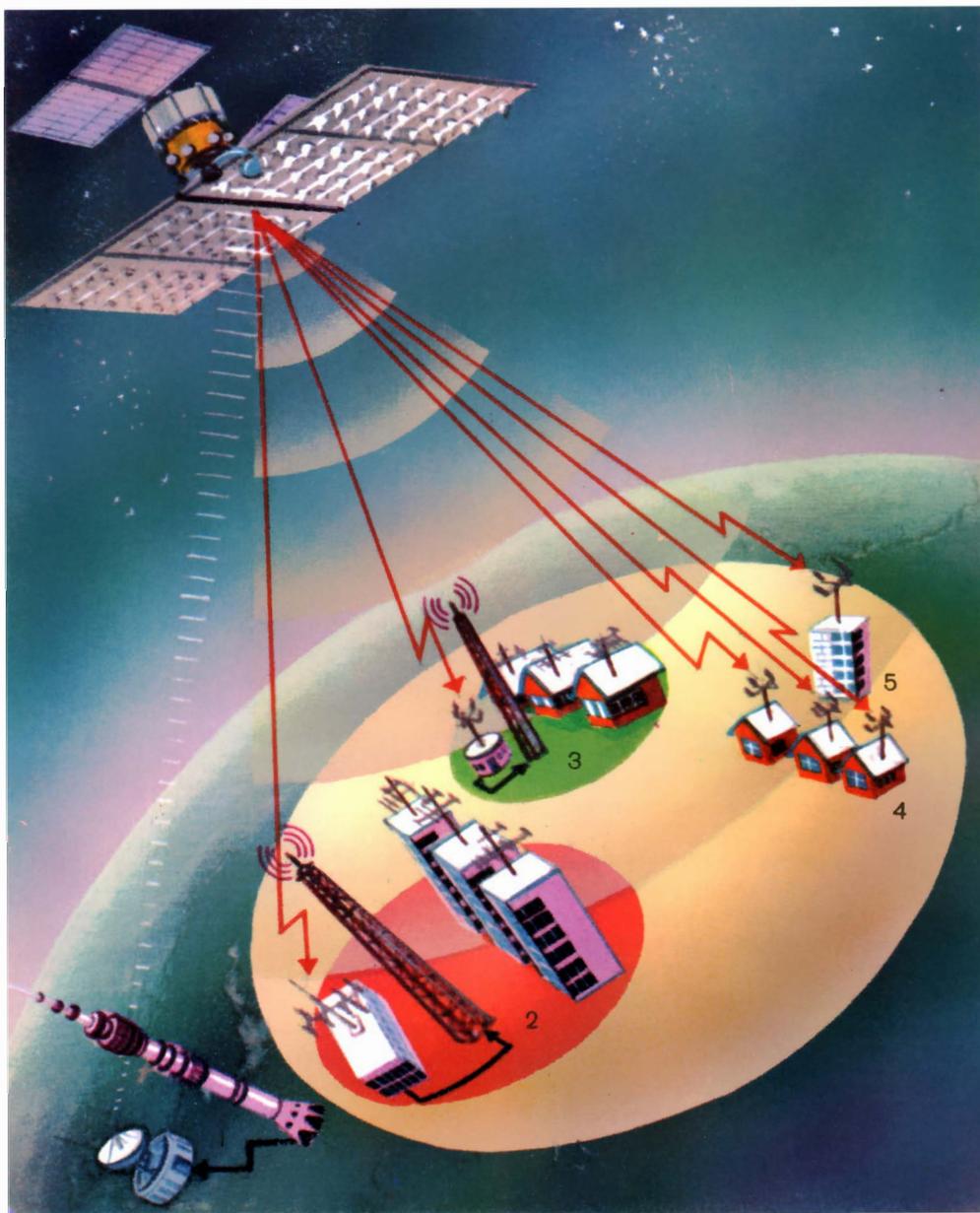
В следующем году СССР вывел на геостационарную орбиту спутник телевизионного вещания «Экран». Первый такой аппарат «повис» над островом Суматра в Индийском океане. Отсюда излучение спутника охватывало всю восточную часть нашей страны от Новосибирска до Якутска.

Принимая сигналы столичного телецентра, космический ретран-

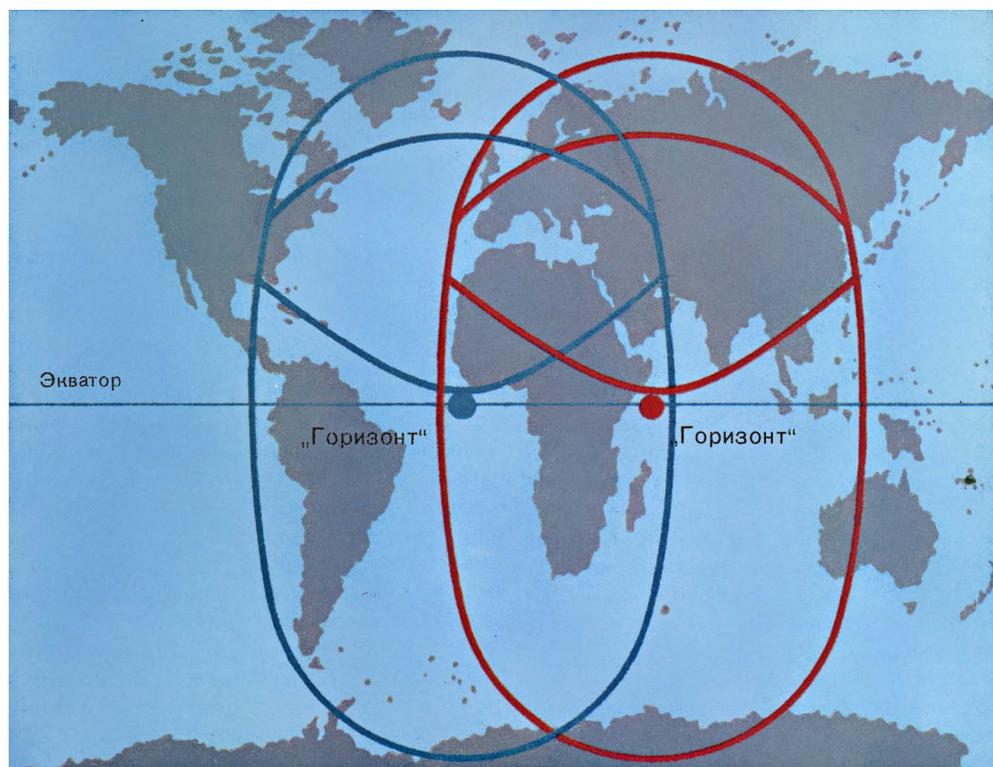
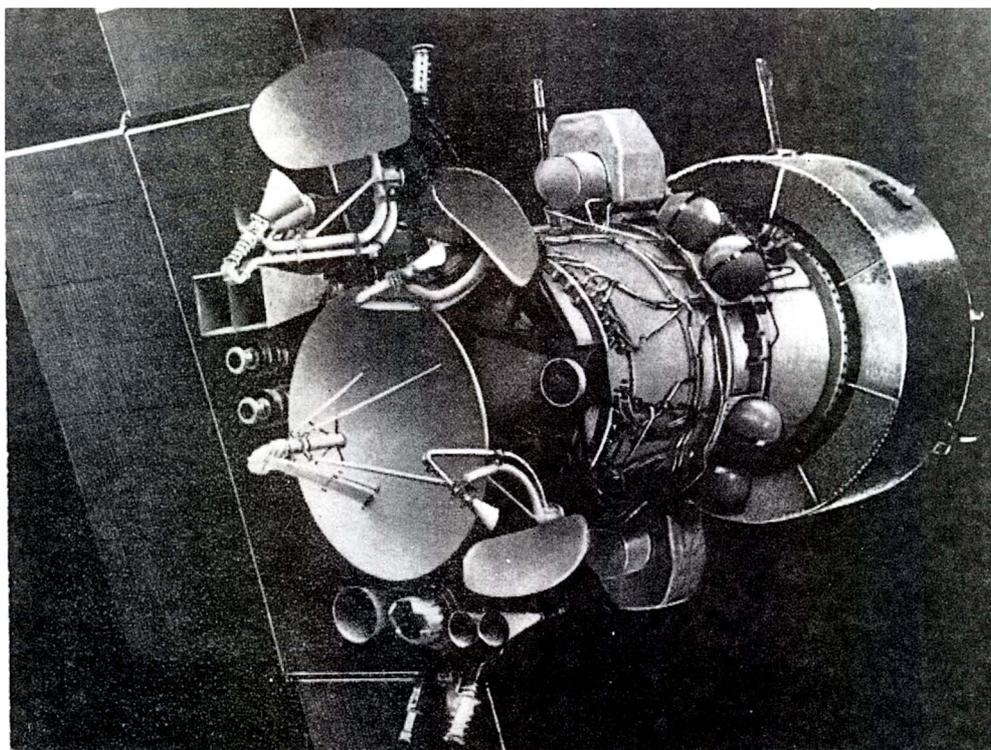
слятор преобразовывал их в необходимую для последующей передачи форму, усиливал и в таком виде «сбрасывал» на приемные станции. Размеры и сложность их антенн зависят от мощности бортового передатчика. Чем больше энергии посылается с орбиты, тем проще могут быть улавливающие его приемные устройства. Спутник «Экран» оснащен мощным бортовым передатчиком и большой раскрывающейся в космосе передающей антенной. Для того чтобы она всегда смотрела в заданном направлении, космический аппарат имеет совершенную систему ориентации и стабилизации его положения в безопорном пространстве.

Создание высокой выходной мощности телевизионного передатчика, впятеро превышающей мощность передатчика «Молнии», требует значительных энергетических затрат. Электроэнергию спутнику «Экран» поставляют солнечная электростанция, состоящая из панелей площадью более двадцати квадратных метров, и объединенные с нею химические аккумуляторы. Управление положением спутника и удержание его в точке «стояния» осуществляются по командам с Земли с помощью специальных реактивных микродвигателей.

Некоторая усложненность космического аппарата с успехом компенсируется простотой наземных установок. Электронная часть приемной аппаратуры системы «Экран» не требует возведения для себя особых помещений, так как умещается всего в одной небольшой стойке, величиной с домашнюю радиолю. Она может питаться как от электрической сети, так и от переносных аккумуляторов. А вместо громоздких многометровых вращающихся чаш передачи спутников «Экран» принимаются простыми коллективными антеннами из металлических реек и труб, раз и навсегда нацеленными на спутник. Они просты, легки и часто устанавливаются прямо на



*Передача программ Центрального телевидения через систему «Экран»:  
 1 — подача телевизионных программ из Москвы на спутник «Экран»;  
 2 — прием программ местными телецентрами;  
 3 — коллективный прием с подачей телевизионного сигнала  
 на малоэнергетический ретранслятор, обслуживающий небольшие  
 населенные пункты;  
 4 — индивидуальный прием; 5 — коллективный прием с распределением  
 телевизионного сигнала по домовой кабельной сети.  
 Спутник связи «Горизонт».  
 Зоны обслуживания стационарных спутников связи «Горизонт»,  
 запущенных в июле и декабре 1979 г.*



крышах домов. Одна такая антенна обслуживает сравнительно большой поселок, а ее упрощенный вариант — несколько домов или отдельные экспедиции, геологоразведочные партии, бригады нефтяников, лесорубов, пастухов...

Одно из главных достоинств системы телевизионного вещания «Экран» — высокая выходная мощность спутникового передатчика. Но это преимущество имеет и свою оборотную сторону. Облучая огромную площадь (в поле зрения ретранслятора «Экран» попадает около 40% территории СССР), он может «задевать» своими передачами соседние с нашей страной государства, мешая таким образом нормальной работе их радиостанций и телецентров. Чтобы этого не случилось, зона обслуживания «Экрана» ограничена Крайним Севером и Сибирью. А для трансляции программ Центрального телевидения на районы Урала, Средней Азии и Дальнего Востока в 1979 году была создана другая система спутникового вещания — «Москва». В ней используются специальные ретрансляционные «стволы» усовершенствованных стационарных спутников «Горизонт».

Их сигналы, также имеющие повышенную мощность и излучаемые узконаправленными антеннами, принимают небольшие наземные станции с неподвижными параболическими антеннами диаметром всего в 2,5 метра.

Вывешенные над экватором спутники связи позволяют быстро налаживать прием телевизионных передач в необжитых и отдаленных районах. Строители БАМа, газопровода Уренгой — Помары — Ужгород, нефтяники Западной Сибири благодаря голубым экранам не чувствовали себя оторванными от Большой земли. Приемные станции спутниковой связи входили в строй в этих местах практически одновременно со сдачей первых домов.

## «ЭКРАН» И ЛЕДОКОЛЫ

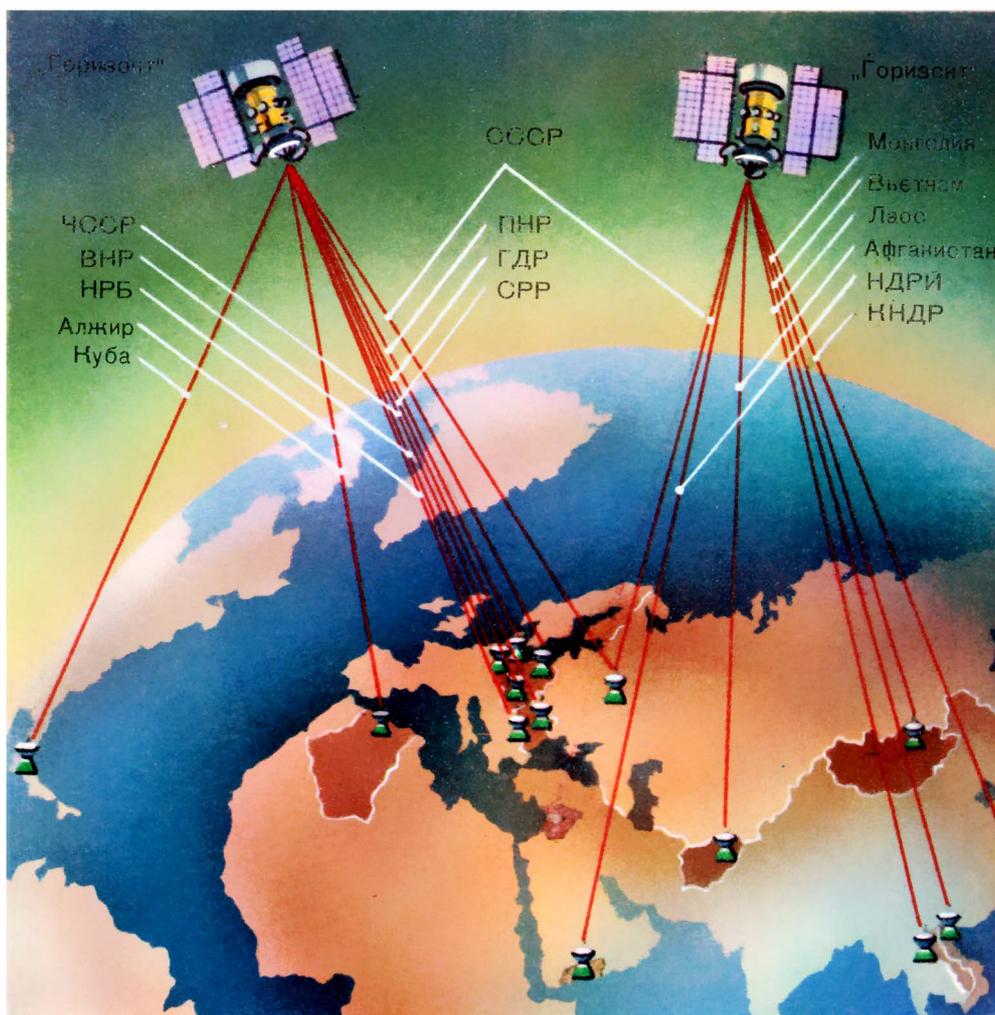
Летом 1985 года с работающего в Арктике атомохода «Ленин» поступила радиограмма: «Телевизионное изображение обстановки и качество его — хорошее. Считаем такой способ передачи ледовой информации делом нужным, перспективным, весьма полезным».

В то время на трассах Северного морского пути впервые отработывалась методика проводки судов через льды с помощью спутниковой телевизионной системы «Экран». До этого штурманы узнавали о ледовой обстановке в окружающих водах в основном от летчиков полярной авиации. Но зона действия самолетов и вертолетов весьма ограничена, к тому же летают они лишь в хорошую погоду. Другое дело космические аппараты. Спутники «Метеор» охватывают взором своих телевизионных камер огромные площади, а оснащенные радиолокаторами спутники «Космос» видят сквозь туман и облачность, не теряя зоркости даже в темноте.

Однако снимки из космоса поступают сначала в Москву, и на их передачу в Арктику по обычным каналам требуется время, за которое важные сведения могут и устареть. Ученые Мурманского филиала Центрального научно-исследовательского института Морфлота предложили передавать обработанную спутниковую информацию прямо на борт ледоколов и делать это тоже с помощью спутников, но уже связанных. Корабли оборудовали приемной аппаратурой системы «Экран», и теперь, включая в нужное время телевизор, моряки сразу видят фотографию района, где в данный момент находится судно.

Кстати, для атомохода «Ленин» такой способ передачи не новинка. Его радиостанция регулярно принимает через спутники связи московские программы цветного телевидения и ретранслирует их на суда ведомого ледоколом каравана.





*Международная система связи «Интерспутник».*

Таким образом, в Советском Союзе в настоящее время работают три системы телевизионного спутникового вещания — «Орбита», «Экран» и «Москва». Все вместе они обслуживают программами Центрального телевидения 90% населения страны. При этом учитывается то, что в СССР несколько часовых поясов и в каждом из них телезрители смотрят передачи в удобное для себя время. И все же еще не все проблемы телевидения у нас полностью решены. Со временем должно увеличиться число центральных телепрограмм, необходи-

мо будет также обеспечить и передачи программ союзных республик. Поэтому поиски новых технических средств, разработка более совершенных устройств и приборов для спутникового телевидения продолжают.

### «КОСМИЧЕСКИЕ ЧЕМОДАНЫ»

Часто случается, что стихийные бедствия одновременно выводят из строя линии связи и нарушают подачу электроэнергии. При этом районы, пострадавшие от наводнений, ураганов, тайфунов, оказыва-



*Наземная станция спутниковой связи системы «Интерспутник» в Монголии.*

ются практически полностью отрезанными от внешнего мира. В таких ситуациях может выручить портативная станция спутниковой связи, которую разрабатывают американские специалисты.

Все оборудование станции должно размещаться в двух небольших чемоданчиках типа «дипломат». В одном должна находиться складная антенна, а в другом — приемопередатчик и миниатюрная ЭВМ с цветным видеозэкраном. С помощью карты, компаса и уровня антенна наводится на стационарный спутник связи, а передаваемые со-

общения набираются клавишами и контролируются по изображению на экране. Сюда же выводится и принимаемая информация. Станция должна быть автономной и не зависеть от состояния местной электростанции. Для ее питания будет вполне достаточно энергии автомобильных аккумуляторов.

Спутники не знают границ. Виток за витком пролетают они над различными государствами или «освещают» сразу несколько из них, словно специально созданные для

укрепления контактов между народами. Уже вскоре после первых космических запусков начали закладываться основы глобальной системы связи. Наша страна в этом деле была среди первых. В 1971 году начала действовать международная спутниковая система связи «Интерспутник». Вместе с Советским Союзом в нее вошли европейские социалистические страны, Куба, Монголия, затем к ним присоединились Вьетнам, Лаос, Афганистан, Алжир, Ирак, Сирия, Ливия, Народно-демократическая республика Йемен. В каждой из этих стран при содействии СССР построены наземные станции с большими антеннами, которые работают через висящие над Атлантическим и Индийским океанами стационарные спутники «Горизонт».

Одним из ярких примеров их использования является освещение событий Московских Олимпийских игр в 1980 году. За ходом спортивных состязаний следили тогда с помощью «Интерспутника» более тридцати стран Европы, Азии, Африки и Америки.

## ТЕСНО НА ОРБИТЕ

Преимущества геостационарной орбиты столь привлекательны, что ее эксплуатируют уже множество государств. Некоторые из них запускают спутники сами, другие используют для этого иностранные ракеты, третьи арендуют готовые космические аппараты. Неподвижно висящие над экватором платформы, кроме связи, оказались чрезвычайно удобными для наблюдений за погодой, изучения природных ресурсов Земли, контроля за состоянием окружающей среды.

Освоение экваториальной орбиты идет так энергично, что некоторые страны не успевают даже регистрировать свои стационарные спутники в международных организациях. К 1984 году в космос было выведено примерно 200 таких кос-

мических аппаратов, более половины из которых продолжали работать. Если заселение уникальной орбиты и далее пойдет такими темпами, то скоро спутники могут начать мешать друг другу. Не исключены и их столкновения. Ничего подобного не случится, если поддерживать между соседними станциями угловое расстояние не менее 5 градусов. Именно так предлагают решать проблему международные координационные органы. Считают, что при этом условии возникновение конфликтных ситуаций на орбите исключается.

Страны — участницы системы «Интерспутник» не замыкаются в своем кругу. Сообщество сотрудничает с другими международными системами спутниковой связи. Услугами «Интерспутника» пользуется и более 20 государств, не являющихся членами организации.

К тому же это объединение остается открытым для любого желающего присоединиться к нему государства.

Наша страна помогает не только в организации связи между различными государствами, но и оказывает содействие в развитии их собственных национальных космических систем. Так в 1983 году к трансляции программ Делийского телецентра на всю территорию Республики Индия приступил советский спутник «Радуга».

Благодаря достижениям космонавтики уже почти все население Земли может следить за важными событиями, где бы они ни происходили, без задержки получать видео- и радиорепортажи, телеграфные и телефонные сообщения из самых удаленных уголков планеты. Как считают специалисты, к началу следующего тысячелетия, ждать которого, между прочим, осталось уже совсем недолго, половина всей телеинформации и четверть объема радиотелефонных и телеграфных сообщений будут передаваться через космос.

## ГАЗЕТА К ЗАВТРАКУ

Еще не так давно читать в день выпуска «Правду», «Известия», «Комсомольскую правду» могли только москвичи. А в удаленных от центра городах вместе с сегодняшними местными продавались «свежие» вчерашние, а то и позавчерашние центральные газеты. Сегодня подписчики-москвичи уже не имеют никаких преимуществ в отношении сроков доставки перед иногородними читателями. А где-нибудь в Сибири или на Дальнем Востоке, где утро наступает задолго до его прихода в европейскую часть страны, московскую газету могут вынуть из почтового ящика даже раньше, чем в столице.

...Зал передачи газет Центрального телеграфа. Горят лампочки на пультах фототелеграфных аппаратов — электронные роботы «читают» только что сверстанные газеты. Скользят по строчкам и снимкам «глаза» фотоэлектронных преобразователей, многократно обегая взором каждый миллиметр текста. Встретится на пути пробел чистой бумаги — образуется один электрический импульс, — попадет в поле зрения темный буквенный штрих — другой, фотография — третий. Всего две с лишним минуты требуется аппарату для превращения газетной страницы в набор сигналов, которые тут же уносятся радиоволнами к спутнику «Горизонт».

Из космоса они сбрасываются на станции «Орбита», а оттуда по проводам и кабелям достигают типографий. В некоторых городах ликвидируют и этот последний наземный участок «почтового тракта». Там газеты с орбиты принимают прямо на небольшие круглые антенны, установленные непосредственно на крышах типографий. Это с успехом осваивает новый для себя вид связи — спутниковая система «Москва».

На Земле принятые с неба радиосигналы вновь превращаются в

световые и фиксируются на специальной фотопленке. Остается перевести фотокопии на светочувствительный слой, покрывающий цинковые пластины, протравить их, и рельефные изображения газетных страниц — матрицы — готовы к печати.

Сегодня десятки советских городов получают центральные газеты через космос. Такой способ передачи уже никого не удивляет. А космонавтика тем временем предоставляет людям все новые и новые виды услуг.

## КНИГИ ПО РАДИО

Если в библиотеке вашего города не находится нужной книги, ее можно заказать по так называемому межбиблиотечному абонементу. Вы оформите заявку, ее отправят в какое-нибудь крупное книгохранилище страны, и оттуда придет посылка. Правда, ждать придется долго — несколько недель, а то и месяцев.

Знаменитая Британская библиотека, которую во время лондонской эмиграции регулярно посещал В. И. Ленин, решила ускорить этот процесс. Для этого там разрабатывают особую систему. С помощью ЭВМ книга или редкий документ прямо в абонементном отделе будут преобразовываться в цифровой код и через установленную на крыше библиотеки антенну передаваться на искусственный спутник Земли. Где бы ни находилась библиотека-заказчик — в другом городе, соседней стране или на противоположном континенте, — ее антенна тут же примет зашифрованный текст, а специальная аппаратура немедленно переведет его на обычный «человеческий» язык.

Кроме быстроты доставки, способ хорош еще и тем, что полученная копия (а она может быть весьма близкой к оригиналу) навсегда останется на новом месте.

Сотрудник Кубинского Института научно-технической документации и информации пробежал пальцами по клавишам дисплея. В ту же минуту ярко-зеленые строчки составленного им запроса загорелись на аналогичном экране в Москве. Здесь в Международном центре научной и технической информации стран — членов Совета Экономической Взаимопомощи собран богатейший банк данных по самым разным отраслям науки и техники. Свой вклад в эту копилку знаний внесли специалисты всех социалистических стран. Среди них физики и биологи, энергетики и строители, врачи, агрономы, машиностроители, химики... В 1983 году Кубинский и Международный информационные центры были соединены космическим мостом, переброшенным через советский спутник.

...В Гаване интересуются одним из новых медицинских препаратов. Ответ поступает незамедлительно. В нем перечислены основные печатные работы по этой теме, приведено их краткое содержание. Раньше на поиск таких сведений уходил не один месяц. С помощью спутников удалось сократить ожидание до одного дня.

Вместе с кубинскими специалистами «теледиступ» к фондам Московского международного центра имеют ученые и инженеры других социалистических стран Европы и Азии. Аналогичные двусторонние контакты налажены не только с Москвой, но и между столицами этих государств. Быстрый и эффективный обмен информацией служит взаимному обогащению братских народов, ускоренному развитию их экономики и культуры.

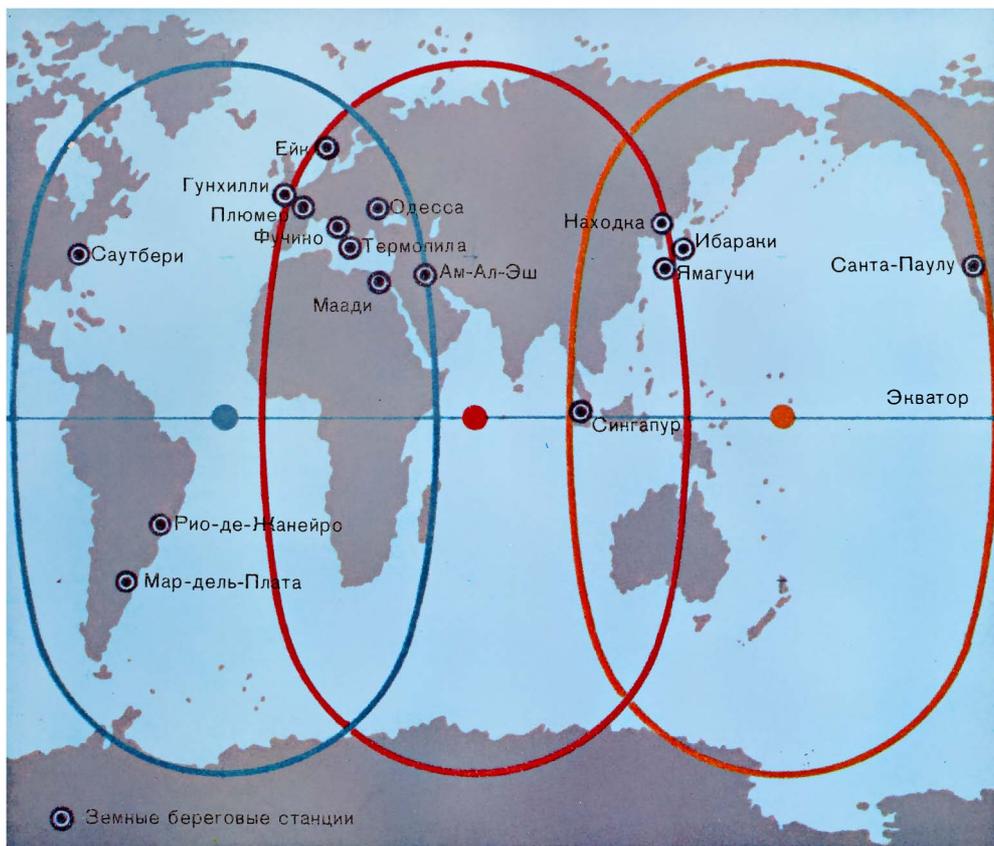
Конечно, быстро получать необходимые сведения очень удобно и выгодно. И все же никакие печатные сообщения и документы не могут заменить непосредственного общения, живого обмена мнениями между заинтересованными людьми. Космическая связь предоставляет и эту возможность. В специально

оборудованных залах, расположенных как угодно далеко друг от друга, перед большими телевизионными экранами собираются ученые, дипломаты, представители общественных организаций... Присутствующие видят и слышат своих иностранных коллег так, как если бы они находились в одном помещении. В 1981 году в мире состоялось 80 тысяч таких телеконференций, а уже через три года их число выросло до миллиона. По спутниковым каналам организуются показы образцов новой техники, репортажи из научных лабораторий, «посещения» различных выставок. Может быть, такая перспектива и разочарует любителей заграничных командировок, но вполне вероятно, что скоро для участия в международных симпозиумах, совещаниях и конференциях им не придется никуда выезжать.

### КАК ДЕЛА, МОРЯКИ!

Две одинаковые тринадцатиметровые антенные чаши, словно обидевшись, повернулись «спинами» друг к другу. Каждая смотрит на «свой» спутник: один висит над Атлантическим, другой — над Индийским океаном. С плавающими там кораблями держит связь через космос Одесская станция международной организации морской спутниковой связи «Инмарсат». Вторая такая же станция разместилась в Находке на Дальнем Востоке. Ей тоже «подведомственны» два океана — Тихий и Индийский. Обе станции с одной стороны «подключены» к космосу, а с другой — к наземным линиям связи.

Зона действия системы «Инмарсат» охватывает воды Мирового океана между 70 градусом северной и 70 градусом южной широты. Все суда, работающие в этом поясе и имеющие на борту комплект специальной аппаратуры, легко могут связаться через космос с берегом и друг с другом. Достаточно капита-



*Зоны действия спутников системы «Инмарсат».*

ну снять трубку и набрать соответствующий код, как в нужном порту зазвонит телефон. При этом расстояние между кораблем и берегом значения не имеет. Сколь бы большим оно ни было, связь будет устойчивой, а речь далекого собеседника — чистой и внятной. Не то, что раньше, когда все зависело от географического положения и удаленности судна, капризов возмущаемой Солнцем ионосферы, наконец, искусства радиста, пробивающегося сквозь треск помех и невероятную тесноту в эфире.

В судовой комплект аппаратуры космической связи входят и телеграфы. Это также позволяет обмениваться информацией с любым абонентом, в каком бы городе мира он ни находился. Столь же доступными стали и суда для берего-

вых служб. Кроме телефонной и телеграфной связи, с помощью спутниковой системы можно транслировать морякам и телевизионные программы, передавать по фототелеграфу факсимильные копии текстовых и графических материалов — морских бюллетеней, грузовых ведомостей, метеорологических карт, электронных схем, таблиц, чертежей, карт промысловой и ледовой обстановки, даже свежих выпусков газет...

Высокая стоимость морской космической связи окупается очень быстро. Получая оперативную информацию о погоде по курсу, свободных причалов в портах, заблаговременно уточняя планы предстоящих перевозок, моряки сокращают время рейсов и простоев судов, экономят дефицитное топливо.

А безопасность людей? Уже в одном из первых рейсов со спутниковой аппаратурой экипаж пассажирского лайнера «Александр Пушкин» дважды имел возможность оценить достоинства нового вида связи. В первом случае срочно вызванный вертолет спас жизнь тяжело заболевшего члена команды, а во втором — сведения о состоянии вулкана на острове Новая Британия, куда направлялся корабль, позволили ему успеть посетить остров до разрушительного извержения.

Сегодня в организацию «Инмарсат» входит около сорока стран, владеющих 85 процентами всего тоннажа мирового флота. Более двух тысяч судов, приписанных к самым разным портам планеты, уже имеют на своем борту специальную аппаратуру с антеннами, автоматически наводящимися на спутники. К 1990 году их число должно достичь 10 тысяч. Среди них будут танкеры и контейнеровозы, сухогрузы и ледоколы, рыболовные траулеры, пассажирские суда, даже небольшие прогулочные яхты.

В систему «Инмарсат» должно входить шесть стационарных космических аппаратов — по два над каждым океаном (кроме Северного Ледовитого). Во всех трех парах один спутник будет работать, а второй — оставаться в резерве. Этого достаточно, чтобы обеспечить круглосуточную надежную связь любого судна со всеми населенными пунктами Земли и любым другим кораблем.

### НЕБЕСНЫЕ ПОМОЩНИКИ

«26 июля 1985 года в 9.00 ледокол «Владивосток» подошел к последней ледовой перемычке перед «Михаилом Сомовым». В 11.00 около его и взял под проводку». Эта радиোগрамма капитана «Владивостока» означала конец многомесячного плена дизель-электрохода «Михаил Сомов», затертого антарктическими льдами.

Ледокол впервые направлялся в Южное полушарие. Непривычный к сильной качке корабль боролся с яростными штормами, во время которых крен судна доходил до 40 градусов, окунулся в палящую жару у экватора, где из-за перегрева приходилось сбавлять обороты главного двигателя, осторожно обходил тропические циклоны.

В Москве напряженно следили за небывалым рейсом. Уже в пути команда ледокола смонтировала установку спутниковой системы «Инмарсат», с помощью которой через космос поддерживалась постоянная телефонная связь со штабом операции.

Спутники помогали «Владивостоку» и выбирать в океане правильный курс. Пока ледокол находился в средних широтах, его штурманская служба пользовалась снимками «Метеоров», а когда корабль вошел во тьму южной полярной ночи, уже давно опустившейся над «Сомовым», на вахту стал спутник «Космос-1500».

Установленному на его борту радиолокатору было все равно — день на Земле или ночь, не мешали ему и облака: спутник отлично видел и сквозь них. Хотя космический аппарат совершал испытательный полет, он уже не первый раз выполнял такое ответственное задание. Сразу после запуска спутник помог вывести несколько судов из восточного сектора Арктики, где осенью 1983 года сложилась тяжелейшая ледовая обстановка. Уже в то время выяснилось, что по радиолокационным снимкам можно определять многие характеристики ледового покрова. В кадре, записанном за один сеанс и охватывающем район с размерами 470×2500 километров, различались молодые и старые льды, каналы и разводья в них, фиксировались отдельные айсберги.

Наблюдениями Антарктиды и окружающих ее морей «Космос-1500» тоже занимался не впервые. Вслед за арктическими съемками

по его данным была создана и радиолокационная карта шестого континента. А теперь по заданию спасательной экспедиции спутник трижды в сутки осматривал укрытый ночным мраком район моря Росса, куда медленно сносило «Михаила Сомова».

Снимались с орбиты и инфракрасные карты ледяных полей, окружающих плененный корабль. Отразившиеся на них температурные контрасты помогали вести поиск трещин и разводий, облегчавших путь спешащего на выручку ледокола. Не раз «Владивосток» менял курс, пользуясь обнаруженными из космоса дорожками свободной воды. Оперативно поступающая спутниковая информация значительно ускорила долгожданную встречу двух судов, большую помощь оказала она и во время их совместного возвращения к родным берегам.

## КОСПАС — КОСМИЧЕСКИЙ СПАСАТЕЛЬ

19 июля 1982 года в канадской провинции Британская Колумбия бесследно исчез небольшой самолет. Организованные с большим размахом трехнедельные поиски успеха не принесли. Спасательная служба прекратила работы. И только отец одного из участников трагедии никак не мог успокоиться. Утром 9 сентября на небольшом туристском самолете он вылетел в район предполагаемой аварии. Несчастье не приходит одно — и этот полет закончился катастрофой. Самолет упал в глубокую, поросшую лесом долину прямо на верхушки высоких деревьев. Все три члена экипажа остались живы, но каждый из них получил тяжелые травмы.

Когда срок возвращения экспедиции истек, по ее маршруту выслали самолет, оборудованный аппаратурой для обнаружения сигналов бедствия. Однако пилоты вернулись ни с чем. Как рассказали потом спасенные, распростране-

нию радиоволн от их аварийного передатчика мешали горы. И тогда канадские власти вспомнили о советском спутнике-спасателе.

«Космос-1383» должен был пролететь над Западной Канадой, где велись поиски, той же ночью. Менее чем через час после этого с орбиты поступили точные данные о месте гибели самолета, и на рассвете над пострадавшими пролетел сразу же обнаруживший их самолет. Вскоре раненых уже перевязывали парашютисты, а немного позже все трое были эвакуированы вертолетом.

Можно предположить, что неудачников нашли бы и без помощи спутника. Но наверняка это произошло бы намного позже. И кто знает, дожили бы они до этого счастливого момента или нет. Как правило, в спасательных операциях все решает время. Спутник, впервые использованный для этой цели в Канаде, сразу же позволил сократить его до минимума. Такую же оперативность продемонстрировал он и в своей первой морской операции.

Понадобилось всего 18 часов, чтобы по указаниям из космоса найти в океане крохотный пятнадцатиметровый тримаран. На этом оригинальном суденышке трое американцев задумали добраться до Англии. Однако далеко уйти им не удалось. Бурные воды осенней Атлантики опрокинули яхту. Каждый лишний час угрожал здоровью и жизни людей. «SOS» потерпевших крушение дважды принимали пролетавшие над ними транспортные самолеты. Но указанные ими координаты были слишком приближенными. И только спутник указал их с точностью до нескольких миль.

Статистика морских катастроф сурова и безжалостна: если помощь приходит через два-три часа, в живых остается более 80% мореплавателей, через 8 часов их число сокращается вдвое, а через 1—2 суток — вчетверо. Холод и голод, травмы, а подчас и обессиливающий,



парализующий волю страх делают свое дело.

Каждый год в море погибает около 400 крупных судов. Мелких в этот черный список попадает в несколько раз больше. Только одна Япония, например, за пять лет, с 1978 по 1982 год, потеряла около двух тысяч судов. Некоторые из них, даже оборудованные самыми современными средствами судовождения, пропали бесследно, то ли не успев послать сигнал бедствия, то ли не будучи услышанными. Это не удивительно, ибо та же статистика говорит, что среди общего числа аварий две трети составляют быстротечные катастрофы — пожары, взрывы, столкновения...

Регулярно каждые полчаса радисты всех кораблей прекращают передачи и слушают, не раздастся ли где-нибудь сигнал «Спасите наши души!». Максимальный радиус действия судовых радиостанций составляют обычно не более 300—350 км. Если в данный момент в этой зоне нет ни одного судна, терпящих бедствие никто не услышит. Дальность специальных аварийных радиопередатчиков еще меньше. Вот почему в морях и океанах ежегодно гибнут тысячи людей.

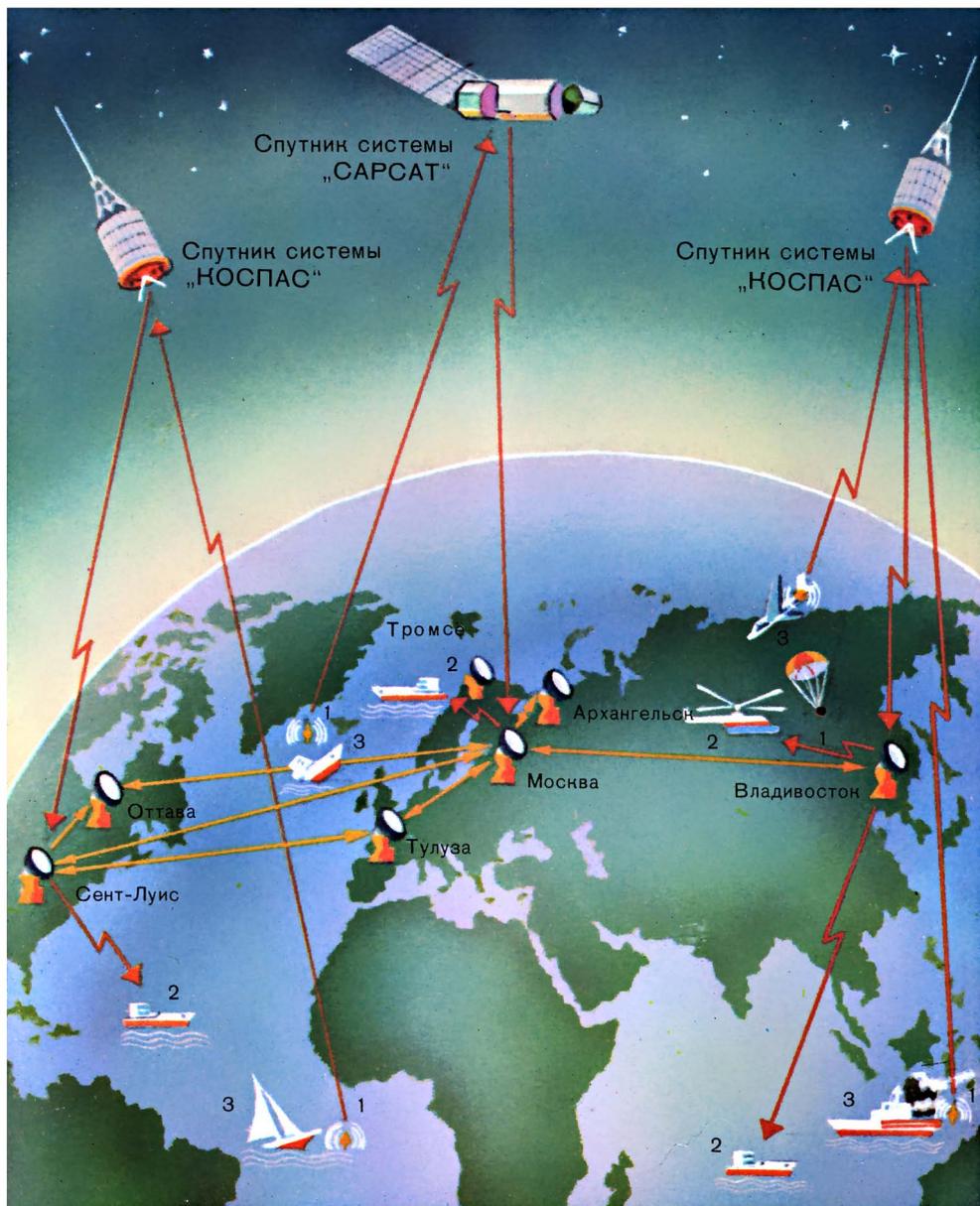
В 1978 году (кстати, рекордном по числу морских происшествий) в Советском Союзе было начато проектирование космической системы поиска аварийных судов и самолетов, или, сокращенно, КОСПАС. Одновременно к аналогичной работе приступили в США, Франции и Канаде. Их детище называлось САРСАТ, что означает «Помощь и спасение путем слежения со спутников». В 1980 году оба проекта объединились, и разработка их продолжалась уже сообща.

По договоренности между странами — участницами в системе КОСПАС — САРСАТ одновременно действует четыре спутника — два советских и два американских. Летая на высотах около тысячи километров по орбитам, близким к полярным, они постоянно держат в

поле зрения практически всю планету. Каждый из спутников прослушивает на поверхности Земли полосу шириной порядка 4—5 тысяч километров, а все вместе позволяют принять сигналы с любого терпящего бедствие судна, самолета или какого-нибудь сухопутного транспортного средства не позднее чем через час-полтора после аварии. Там, где полярные орбиты спутников сближаются, то есть в северных и южных широтах, где бы ни включился аварийный передатчик, он непременно окажется в зоне действия одного из четырех космических аппаратов. Рассматривается возможность установки спасательной радиоаппаратуры и на геостационарной орбите. Это позволило бы полностью ликвидировать перерывы в связи на всей территории планеты.

Суда и самолеты оборудуются небольшими стандартными радиостанциями — аварийными радиобуями. Во время катастрофы такой буй включается либо нажатием кнопки, либо автоматически — от встряски или удара. Первый же из проходящих над ним спутников принимает тревожный сигнал, запоминает его и передает данные на ближайший наземный пункт приема информации. Чтобы связь с космической «скорой помощью» прерывалась как можно реже, такие пункты построены в Советском Союзе в Москве, Архангельске, Новосибирске и Владивостоке. Кроме стран — учредителей организации КОСПАС — САРСАТ, аналогичные станции оборудовали и многие другие государства, присоединившиеся к международному соглашению.

Сигнал бедствия, содержащий в закодированном виде время регистрации, координаты места аварии, характер происшествия, тип объекта (самолет или корабль), его бортовой номер и государственную принадлежность передаются с пункта приема информации в один из национальных Центров управ-



*Система КОСПАС – САРСАТ:  
1 – аварийные радиобуи; 2 – средства поиска и спасения;  
3 – объекты, потерпевшие аварию.*

ления системы. Эти центры имеются в Москве, Сент-Луисе (США), Оттаве (Канада) и Тулузе (Франция). Оттуда расшифрованная информация немедленно поступает в ближайшие к месту аварии службы поиска и спасения.

Есть в нашей столице место, не-

разрывно связанное с историей освоения Северного Ледовитого океана. Когда-то неподалеку от нового жилого района Теплый Стан готовились к своему легендарному дрейфу на льдине папанинцы. Жили в палатке зимой, проводили научные исследования, пытались

предугадать ожидающие их сурпризы. Сегодня в поле у Теплого Стана расположился московский пункт приема информации системы КОСПАС — САРСАТ.

...Смотрит в небо установленная на металлической ферме небольшая параболическая антенна. Следуя за появившимся из-за горизонта невидимым спутником, она приходит в движение. До космического наблюдателя остается еще более двух тысяч километров, но сигналы с него уверенно фиксируются приемной аппаратурой. Обработанные с помощью ЭВМ и превращенные в строчки цифр и слов, они содержат сведения, собранные со всех работавших под спутником аварийных буев.

Полученные данные тут же уходят в Центр управления, разместившийся в самом оживленном районе Москвы в Министерстве морского флота СССР. Там принимают решения и организуют спасательные операции.

Испытания космической системы спасения начались в 1982 году, когда в Советском Союзе был выведен на орбиту упомянутый выше спутник «Космос-1383». А уже в сентябре и ноябре произошли события, с которых начата эта глава — космическая «неотложка» выручила первых «пациентов».

За два года экспериментальной работы система КОСПАС — САРСАТ, эксплуатирующая советские и американские спутники, вернула к жизни около 300 человек, а к началу 1987 года число спасенных превысило 600. Сейчас многие страны выпускают стандартизованные аварийные буи, оснащая ими свои транспортные средства. Их радиоголоса позволяют определить с орбиты место аварии с точностью до 2—5 километров. Кстати, срочная помощь бывает нужна не только морякам и авиаторам. Система космического оповещения может пригодиться при ликвидации последствий стихийных бедствий, легкие радиобуи уже оценили работающие

в горах и тайге геологи, их массового производства ждут многочисленные путешественники и туристы.

## ПО РУКОТВОРНЫМ ЗВЕЗДАМ

Небывалое в истории человечества плавание подходило к концу. 16 августа советский атомный ледокол «Арктика» пересек последнюю 89-ю параллель. До Северного полюса оставалось всего несколько десятков миль. И тут впервые, словно опомнившись, показала себя арктическая погода. В густом тумане скрылось круглосуточно не сходящее с неба солнце, потускнели сверкавшие под его лучами многолетние льды, резко упала видимость. Определение местоположения судна, и без того нелегкое в высоких широтах, еще более затруднилось. Навигаторам стоило большого труда вести корабль к цели. Выбирая дорогу среди тяжелых сплоченных льдов, ледокол то и дело менял курс. В таких условиях штурману особенно важно точно знать, где он находится. Найти кратчайший путь к Северному полюсу помогли «Арктике» искусственные спутники Земли. Время от времени атомоход останавливался, и его антенна ловила сигналы из космоса. Строго по графику, пробивая радиолучами облака и туман, над кораблем всходили рукотворные звезды, служа судоводителям ориентирами в ледяной пустыне. 17 августа 1977 года в 04 часа 03 минуты атомный богатырь вышел к точке с широтой 90 градусов. Надводный корабль впервые достиг Северного полюса.

На Земле уже практически не осталось мест, где бы ни бывали морские суда или ни пролетали самолеты. И везде моряки и летчики должны в любое время суток быстро и без ошибок определять свое местонахождение. Традиционные ориентиры — Солнце, Луна и звезды не всегда годятся для этого.

Астрономические наблюдения, как известно, возможны лишь при ясном небе, к тому же они требуют времени, а при высоких скоростях любая задержка может стоить серьезных ошибок. Не могут полностью положиться штурманы и на технические средства. Наземные радиомаяки, например, невозможно установить повсеместно, не всегда обладают они и необходимой точностью.

Оперативность, точность, возможность ориентироваться в любое время в любой точке земного шара — вот основные требования современной навигации. Выполнить все их одновременно оказались способными только спутники. Летящие вокруг Земли по известным орбитам и дающие знать о себе с помощью радио, они могут служить отличными ориентирами. Если же навигационных спутников в космосе несколько, какие-то из них обязательно окажутся в нужный момент над кораблем или самолетом, в какой бы точке земной поверхности они ни находились. Наблюдение космических аппаратов позволяет проводить навигационные определения достаточно быстро, а использование при этом ультракоротковолнового диапазона радиоволн повышает точность измерений.

Правда, в отличие от кажущихся неподвижными небесных тел искусственные звезды быстро перемещаются в пространстве. Но, зная параметры орбиты, по которой летит спутник, и имея на нем и наземных транспортных средствах одинаково идущие часы, несложно определить, где он находится в момент измерений. Имея эти данные, наблюдатель легко найдет и свои координаты. Конечно, при условии, что в этом ему помогут автоматика и вычислительная техника.

Из чего же состоит и как действует навигационная космическая система? Специализированные спутники, запущенные в нужной последовательности на разные орбиты, образуют в околоземном простран-

стве своеобразные созвездия. Радиопередатчики космических маяков непрерывно излучают радиоволны, на которых сами сообщают необходимые сведения о своих орбитах и одновременно передают сигналы времени. Эту информацию спутникам передают заранее с наземных станций, на которых регулярно измеряют характеристики траекторий их движения и следят за точным совпадением хода бортовых и наземных часов.

Корабельная или самолетная навигационная станция, принимая сигналы из космоса, измеряет по ним расстояние до спутников, а также скорости изменения этих расстояний. Вместе с параметрами орбит и метками времени полученные данные автоматически направляются в бортовую вычислительную машину, которая решает соответствующие математические уравнения. В результате штурман почти сразу же видит на табло координаты, а если требуется, то и скорость своего транспортного средства. Космическая навигационная система может обслуживать неограниченное число потребителей, так как все они независимо друг от друга получают из космоса необходимую информацию.

В Советском Союзе создание космических маяков началось с запуском спутника «Космос-1000». Сейчас уже на орбитах действуют аналогичные усовершенствованные аппараты, входящие в отечественную навигационную космическую систему «Цикада».

Вот что написал однажды об арктических льдах ученый, посвятивший десятилетия своей жизни изучению полярных стран: «В тихую, безветренную погоду слышны странные звуки, напоминающие пение сверчка или треск цикад... Верхняя поверхность льда состоит из вертикальных столбиков или иглолок, между ними пустоты. Так вот, от таяния столбики падают, создавая этот едва уловимый шум». Вряд ли мог он подумать тогда, что

сравнение с цикадой используют и создатели новой космической техники для проводки судов, в том числе и в северных морях. Правда, инженеры, называя свою систему, имели в виду не характер звуков, издаваемых невзрачным тропическим «певцом», а их продолжительность и звучность.

Точность определения географических координат с помощью системы «Цикада» достаточно высока. Она достигается не только совершенством передающей и приемной аппаратуры, но и оптимальным выбором орбит спутников. Навигационные «Космосы» выводятся обычно на близкие к круговым приполярные орбиты с высотой около тысячи километров. Чтобы быть услышанным с такого расстояния, спутнику не требуется мощного радиопередатчика, а атмосфера на таких высотах практически отсутствует и не мешает полету.

Высокая точность работы космической навигационной системы, как уже говорилось, зависит от правильности определения параметров орбит спутников и синхронизации часов системы единого времени. Достаточно сказать, что расхождение шкал часов на одну десяти-миллионную часть секунды приводит к ошибке в определении координат корабля или самолета на 50—100 метров. Поэтому в системе «Цикада» регулярно один или два раза в сутки проводятся траекторные измерения и сверка часов.

Увеличивая точность навигационных расчетов, спутники повышают экономичность и безопасность мореплавания и воздушного сообщения. Безошибочно определяя свое местонахождение в любой момент времени, авиалайнеры, суда торгового и пассажирского флотов имеют возможность выдерживать на всем маршруте оптимальную скорость движения и таким образом уменьшать расход топлива. Существенно уменьшается при этом и риск столкновения кораблей, а также встреч их с мелями и рифами.

## ИЗМЕРЯЕМ ЗЕМЛЮ

Еще в глубокой древности высоко ценились люди, умевшие правильно разделить землю между ее новыми хозяевами, вычертить план хозяйственной территории. Со временем из этого ремесла родилось искусство составителей географических карт, а в трудах Аристотеля впервые появился термин «геодезия», означавший в переводе с греческого «землеразделение», но уже тогда вобравший в себя более широкий круг понятий, связанных с картографией, географией и даже астрономией.

Любая карта или план местности в самом общем случае представляет собой изображение совокупности точек или пунктов, определенным образом расположенных на земной поверхности. Понятно, что точность построения географического документа зависит от правильности измерений расстояний между этими точками и направлений на них. Между близкими пунктами можно, конечно, прошагать с рулеткой или другой мерной лентой. А если расстояния исчисляются сотнями или тысячами километров?

Еще в XVII веке голландский ученый В. Снеллиус предложил заменить линейные измерения угловыми. Сначала точно измерить один достаточно короткий отрезок — так называемую базу, на его основании построить треугольник, за ним — другой, и так целую цепочку. При этом измеряются лишь углы, а стороны треугольников вычисляются. Ни река, ни глубокий овраг не могут помешать навести прибор на расположенный за ними ориентир. Лишь бы хватило прямой видимости.

Если установить треногу с угломерным инструментом прямо на земле, его горизонт даже в чистом поле ограничится двумя-тремя километрами. Для увеличения дальности в некоторых опорных пунктах возводятся деревянные или металлические вышки высотой до

30 метров, называемые геодезическими сигналами. С них можно продлить стороны мерных треугольников до 20—30 километров, но и этого оказывается недостаточно при съемке больших площадей. Если же территория охватывает океаны, моря, острова или труднопроходимые горные массивы, построить на ней сеть треугольников просто невозможно. Поэтому отдельные крупные государства и целые континенты имеют свои, плохо связанные с соседними геодезические сети.

Мысль поднять геодезический сигнал в космос и таким образом увеличить до сотен и тысяч километров расстояния между пунктами, из которых можно одновременно видеть его «макушку», не была оригинальной. Еще в 1946 году в Финляндии для построения государственной геодезической сети был использован новый метод. Специалисты этой северной страны одновременно из разных пунктов фотографировали одни и те же вспышки света на фоне звезд, небесные координаты которых были известны. Источники вспышек поднимались на значительную высоту с помощью самолетов и аэростатов. Полученные данные позволяли с большой точностью определять направления линий, соединяющих наблюдательные пункты, а затем строить из этих линий последовательно связанные между собой наземные треугольники.

С появлением искусственных спутников Земли «звездный» метод оптических наблюдений был перенесен в космическое пространство. Первые геодезические космические аппараты тоже были оборудованы световыми маяками, загоравшимися по заданной программе. Их огни четко выделялись среди звезд и позволяли находить углы, под которыми вспышки одновременно наблюдались с наземных пунктов, в том числе и с тех, координаты которых были неизвестны. После съемки для определения их

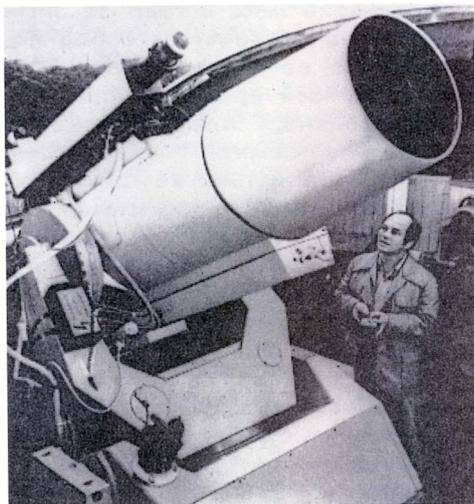
положения уже не требовалось измерений на местности. Достаточно было провести не очень сложные расчеты, и новые места оказывались «привязанными» к карте.

В спутниковой геодезии обычно решаются геометрические задачи с треугольниками, одна из вершин которых совпадает с местоположением космического аппарата. Получается своеобразный пространственный вариант классического метода построения геодезических сетей. Правда, у космических визиров есть одно важное отличие от наземных сигналов — значительная скорость движения спутников по орбите. Из-за этого приходится внимательно следить за синхронизацией работы фотокамер: их затворы в момент экспозиции должны открываться точно в одно и то же время.

Технически выдержать это требование довольно сложно. Поэтому для повышения точности определения координат на поверхности Земли стали применять радиотехнические методы. В них измеряют не направления на спутник, а расстояния до него.

Однако самыми точными оказались не радиотехнические, а лазерные дальномеры. Основанные на измерении времени прохождения коротких световых импульсов до спутника и обратно, они дают ошибку определения дальности всего в несколько сантиметров. При этом на космических аппаратах не нужно устанавливать никакого сложного оборудования. На их внешней поверхности прикрепляются лишь уголкового отражатели — хорошо отражающие свет многогранные призмы.

О том, что Земля — далеко не идеальная сфера, известно давно. Еще И. Ньютон показал, что возникающая при вращении планет центробежная сила должна «растягивать» их тела у экватора и соответственно сжимать у полюсов. Последовавшие затем наблюдения едва заметных неравномерностей в ходе



*Лазерный дальномер на станции наблюдения спутников в ГДР.*

Луны вокруг Земли полностью подтвердили гипотезу великого ученого. «Замечательно,— восхищался потом П. Лаплас,— что астроном, не выходя из своей обсерватории, а лишь сравнивая свои наблюдения с результатами математического анализа, смог точно определить размеры и сжатие Земли, то есть те элементы, определение которых было плодом долгих и трудных путешествий по обоим полушариям Земли».

По-видимому, Лаплас имел в виду разработанную ранее теорию определения фигуры Земли по движению Луны. Ее автор И. Эйлер, сын знаменитого математика Л. Эйлера, высказал тогда еще одну, в то время казавшуюся совершенно беспочвенной идею: если бы у Земли имелось небесное тело, расположенное к ней ближе, чем Луна, фигуру планеты удалось бы определить намного точнее. Мог ли кто-нибудь более двух веков назад вообразить себе небесные тела, сотворенные рукой человека? Тем более удивительно, что ученому удалось невзначай заглянуть из такого далека прямо в сегодняшний день.

Как известно, спутники удержи-

ваются на орбитах силой гравитационного притяжения Земли. Если бы она представляла собой идеальный шар с массой, равномерно распределенной по всему объему, космические аппараты двигались бы вокруг планеты по абсолютно правильным эллипсам. Однако, как мы уже знаем, фигура Земли далека от идеальной. И это сразу же подтвердили наблюдения за спутниками. Проведенные впервые в нашей стране еще в 1958 году, они показали как осевое сжатие, так и заметную асимметрию Северного и Южного полушарий.

В 80-е годы совместными усилиями ученых разных стран на основании спутниковых данных было построено несколько геодезических сетей, охватывающих всю планету. Это дало возможность намного точнее представить ее форму и размеры. Как ни странно, Земля оказалась похожей на... грушу. Конечно, это слишком смелое сравнение, и, как мы уже убедились, Земля кажется издали идеально круглой. Однако математические выражения, описывающие геометрический вид поверхностей, образующих южный плод и планету, тем не менее оказываются сходными.

«Грушеобразность» Земли вызывает заметные отклонения орбит спутников от правильной эллиптической формы. Но в движении космических аппаратов фиксируются и более мелкие возмущения, обусловленные неоднородностями внутреннего строения планеты, неравномерностью распределения масс в ее недрах. При этом малые возмущения, как выяснилось, непостоянны и могут меняться во времени.

Земля — живая планета. В ее теле происходит непрерывное движение. Огромные массы вещества перемещаются с места на место, расширяются или сжимаются, поднимаются к поверхности или погружаются в глубину. Эти внутренние процессы воздействуют на земную кору, приводя к вертикальным

и горизонтальным перемещениям ее отдельных участков и блоков. «Дышит» кора и под влиянием Луны, периодически вызывающей приливы в твердой оболочке планеты.

### «ПЛАВАЮЩИЕ» КОНТИНЕНТЫ

Лазерная локация спутников со станций, расположенных в разных частях света, подтверждает справедливость теории «дрейфа континентов». Согласно этой теории, твердая оболочка Земли состоит из отдельных плит, несущих на себе материи вместе с «припаянными» к ним частями океанической коры. Вдоль одних своих границ плиты расходятся в стороны, а по другим сближаются и подвигаются одна под другую. «Дрейфуют» они достаточно быстро. Например, для того чтобы «разъехаться» на ширину Атлантического и Индийского океанов, им понадобилось всего 160 миллионов лет. При возрасте Земли в 4,5 миллиарда лет оба океана могут показаться совсем «младенцами».

Данные лазерной локации спутников полностью согласуются со сделанными ранее оценками скорости дрейфа. Европа и Северная Америка действительно ежегодно удаляются друг от друга на полтора сантиметра, а Индоокеанская плита вместе с «сидящей» на ней Австралией наползает на Тихоокеанскую еще быстрее — по семь сантиметров в год.

Сейчас по всему миру разбросано уже несколько десятков спутниковых лазерных станций. А число их растет. Делается это для того, чтобы лучше представить схему движений земной коры, точнее выделить границы плит, определить характер их взаимодействия. А если учесть, что на краях плит образуются подавляющее большинство рудных месторождений, станет понятным и призыв геологов: «Ищи границы плит, найдешь полезные ископаемые».

Смещение масс в теле Земли в свою очередь влечет за собой перемещение ее полюсов или, точнее, сдвиг оси вращения планеты. Следовательно, как положение пунктов на земной поверхности, так и характеристики ее гравитационного поля и вращения зависят от времени и требуют регулярных уточнений. Спутниковая геодезия решает и эти задачи, ставшие предметом нового раздела наук о Земле — геодинамики.

Кроме повышения уровня фундаментальных знаний об эволюции и внутреннем строении Земли, геодинамические методы оказываются неоценимыми при разработке прогнозов землетрясений, измерении сдвигов крупных блоков земной коры, определении изменения уровня поверхности морей и океанов. Знание законов геодинамики необходимо также для понимания того, как образуются глубинные разломы и полезные ископаемые, без их учета невозможно проектировать крупные строительные сооружения.

### ЛУННЫЕ МАСКОНЫ

Наблюдения за полетами искусственных спутников Луны принесли неожиданное открытие. Пролетая над круглыми лунными морями, космические аппараты как бы притягивались к ним, совершая при этом своеобразные «нырки» и ускоряя свое движение. Обнаруженные аномалии силы тяжести были названы концентрациями масс, или, сокращенно, масконами.

Местные гравитационные неоднородности наблюдаются и на Земле. Только здесь увеличение силы тяжести приурочивается обычно не к понижениям рельефа, как на Луне, а, наоборот, к повышениям, то есть к горным районам. Точно такую же картину можно видеть и на обратной стороне ночного светила, где моря практически отсутствуют. Нет там и масконов.

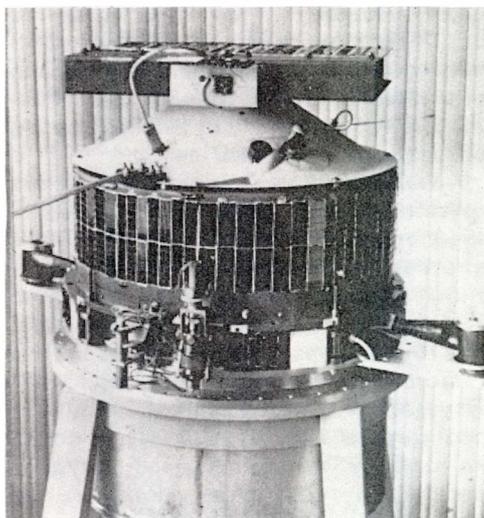
Единой точки зрения на природу

гравитационных аномалий лунных морей до сих пор не выработано. Большинство ученых сходятся на том, что причиной появления масконов является перетекание вещества в теле молодой Луны. Однако чем были вызваны эти перемещения — ударами крупных метеоритов или возникновением очагов плавления в одной из верхних оболочек Луны — мантии, пока не ясно.

### СПУТНИК! СДЕЛАЕМ САМИ

«В Советском Союзе осуществлен запуск искусственного спутника Земли...» — за этой строчкой сообщения ТАСС всегда скрыты гром двигателей, уходящий в небо огненный факел, опустевшие сооружения космодрома. На этот раз старт был полностью лишен привычных аксессуаров. Не было ни ракеты, ни многочисленных специалистов, не слышалось рапортов о готовности. Все шло спокойно, даже как-то буднично. И обеспечивали пуск всего два человека — экипаж орбитальной станции «Салют-7». Но, несмотря на кажущуюся обыкновенность события, все — и наземные службы и космонавты — понимали значение происходящего: впервые в истории космонавтики запуск спутника производился не с Земли, а с орбиты.

На экранах Центра управления А. Березовой и В. Лебедев. В их руках небольшой космический аппарат, которому через несколько минут предстоит отправиться в самостоятельный полет. «Хотя он и не велик, — рассказывают космонавты, — но, пожалуй, по размерам не уступает первому спутнику, запущенному 25 лет назад». Лебедев легко перебрасывает граненый цилиндр с руки на руку. Один из создателей «Искры» (так называется спутник) улыбается: «Вот что значит невесомость. Мы его с трудом поднимали — все-таки 23 килограмма».



*Радиолюбительский спутник  
«Радио-2» в лаборатории.*

В качестве «пусковой установки» космонавты использовали шлюзовую камеру. Таких камер на «Салюте» две. Экипаж пользуется ими, когда нужно избавиться от ненужных отходов или для проведения научных экспериментов в открытом космосе. При этом полость камеры с находящимся в ней прибором сообщается с окружающей космической средой, а космонавты остаются в герметичном помещении станции.

Перед запуском командир и бортинженер подключили спутник к контрольному пульта и проверили его работу. Потом «Искру» поместили в шлюзовую камеру и с помощью пружинного механизма вытолкнули наружу. Сделали это в строго намеченное время, когда станция находилась в зоне радиовидимости наземных командных пунктов.

...В 1963 году на стол Юрия Гагарина легло заявление: «Прошу зачислить меня в группу космонавтов. Готов на любую работу, связанную с полетами в космос. Валентин Лебедев, студент Московского авиационного института». По мнению претендента, в то время это был единственный прямой путь к

цели. Пожалуй, так оно и было. Ведь до рождения в МАИ студенческого конструкторского бюро, ставившего своей целью самостоятельно создавать спутники Земли, оставалось еще пять лет.

Молодежная конструкторская группа начала работать в МАИ в 1968 году. Организованная по инициативе создателя первой советской жидкостной ракеты лауреата Ленинской премии М. Тихонравова, она была сразу сориентирована на выполнение программы-максимум. Осуществить ее удалось лишь через десять лет, в 1978 году, когда на орбиту вышел первый студенческий спутник связи «Радио». Он представлял собой ретранслятор, через который советские и зарубежные радиолюбители могли связываться друг с другом. Только за первый месяц полета к услугам спутника обратились радиолюбители более чем ста стран, причем, как правило, их разделяли многие тысячи километров.

Большой отряд советских радиолюбителей впервые направил свои антенны в космос в первый же день космической эры. 4 октября 1957 года по призыву Академии наук СССР десять тысяч радиолюбителей страны включили свои приемники на волну первого спутника. Массовое участие радиолюбителей в наблюдениях обеспечило получение большого объема информации, которая была использована впоследствии при организации радио- и телевизионных передач через промышленные спутники связи. Но сами радиолюбители могли лишь прислушиваться к космосу. Изготовив же «собственные» космические аппараты, они впервые получили возможность использовать их в своих целях.

Первые радиолобительские спутники связи выводились на орбиту ракетами-носителями. Небольшие аппараты запускались вместе с серийными спутниками «Космос», «Метеор — Природа» или самостоятельно. А вот спутники «Искра» от-

правили в полет космонавты. Их внеземной дом «Салют-7» стал настоящим летающим космодромом.

...Выброшенный пружинами спутник медленно отошел от станции. По командам программно-временного устройства раскрылись антенны, одна за другой включились бортовые системы. Они приняли первые радиосигналы с Земли, а спутник в ответ доложил о своем «самочувствии» и готовности к работе.

Как и ее «старший брат» — связанной спутник «Молния», «Искра» ретранслировала сигналы, а в случае надобности передавала на Землю расписание своей работы или другие сведения, необходимые связывавшимся через нее радиолюбителям. Для этого спутник имел «доску объявлений» — бортовой магнитофон, на который общественный Центр управления мог записывать нужную информацию.

Казалось бы, мощные многоканальные спутники «Молния» могут удовлетворить любые потребности в связи. Однако, как мы уже знаем, они требуют установки на Земле больших антенн, создания сложного комплекса приемной аппаратуры. Спутники же типа «Искры» уверенно работают с приборами, изготовленными в домашних условиях. Возможности бортовой приемо-передающей аппаратуры и эффективность антенн советских радиолобительских спутников вообще оказались очень высокими. Это даже позволило поставить своеобразный рекорд по связи между маломощными станциями. Так, радиолюбители Москвы и Великобритании смогли установить между собой контакт через спутник «Радио», используя передатчики мощностью всего 30—50 тысячных долей ватта. Максимальная же дальность обмена радиограммами достигала восьми тысяч километров при мощности наземных передатчиков, не превышающей 5—10 ватт. Для наглядности скажем, что мощность обычной электробритвы намного выше.

Радиолобительские спутники ис-

пользовались и в качестве учебно-экспериментальных пособий. Студенты, причастные к работе конструкторского бюро МАИ, получили возможность прямо в институте пройти весь путь от разработки технической документации до испытаний на орбите. Управляли «Искрами» тоже студенты. Командные пункты для этого были оборудованы в Московском авиационном институте и в Калуге при Центральном музее космонавтики.

Спутники для радиоловительской связи запускались и раньше. Например, американские ретрансляторы «Оскар». Но эти изготовленные промышленными фирмами космические аппараты запускались и, главное, использовались поодиночке. Советские же радиоловительские спутники, как правило, появлялись на орбитах в компании. Сначала в космосе работал дуэт «Радио-1» и «Радио-2», затем одной ракетой было выведено сразу шесть спутников: «Радио-3» — «Радио-8», позже с космического филиала Байконура, станции «Салют-7», запустили две «Искры». Каждая серия образовывала на орбитах систему из нескольких ретрансляторов, позволявшую сократить перерывы в радиоловительской связи, сделать ее более надежной.

### СОСТЯЗАНИЯ ЧЕРЕЗ КОСМОС

Кто за одно и то же время установит больше связей через радиоловительские спутники? Такой вопрос ставится ежегодно перед участниками Всесоюзных соревнований по космической связи. Этот новый вид спортивных состязаний привлекает радиоспортсменов многих стран мира. Среди них не только владельцы индивидуальных радиостанций, но и коллективы радиоловителей. Победители соревнований награждаются кубками и дипломами журнала «Радио», Центрального радиоклуба им. Э. Т. Кренкеля, памятными медалями и дипломами.

Спутники, родившиеся в стенах МАИ, положили начало широкому сотрудничеству молодых радиоловителей мира. Все они объединились для выполнения международной программы «Студенческий интеркосмос». Ребята из радиоклуба Софийского высшего машинно-электротехнического института, например, создали коллективный наземный приемный пункт, а студенты-радиоловители Венгрии, ГДР, Кубы, Монголии, Польши и других государств Европы и Америки вели наблюдения за спутниками, проводили с ними различные эксперименты.

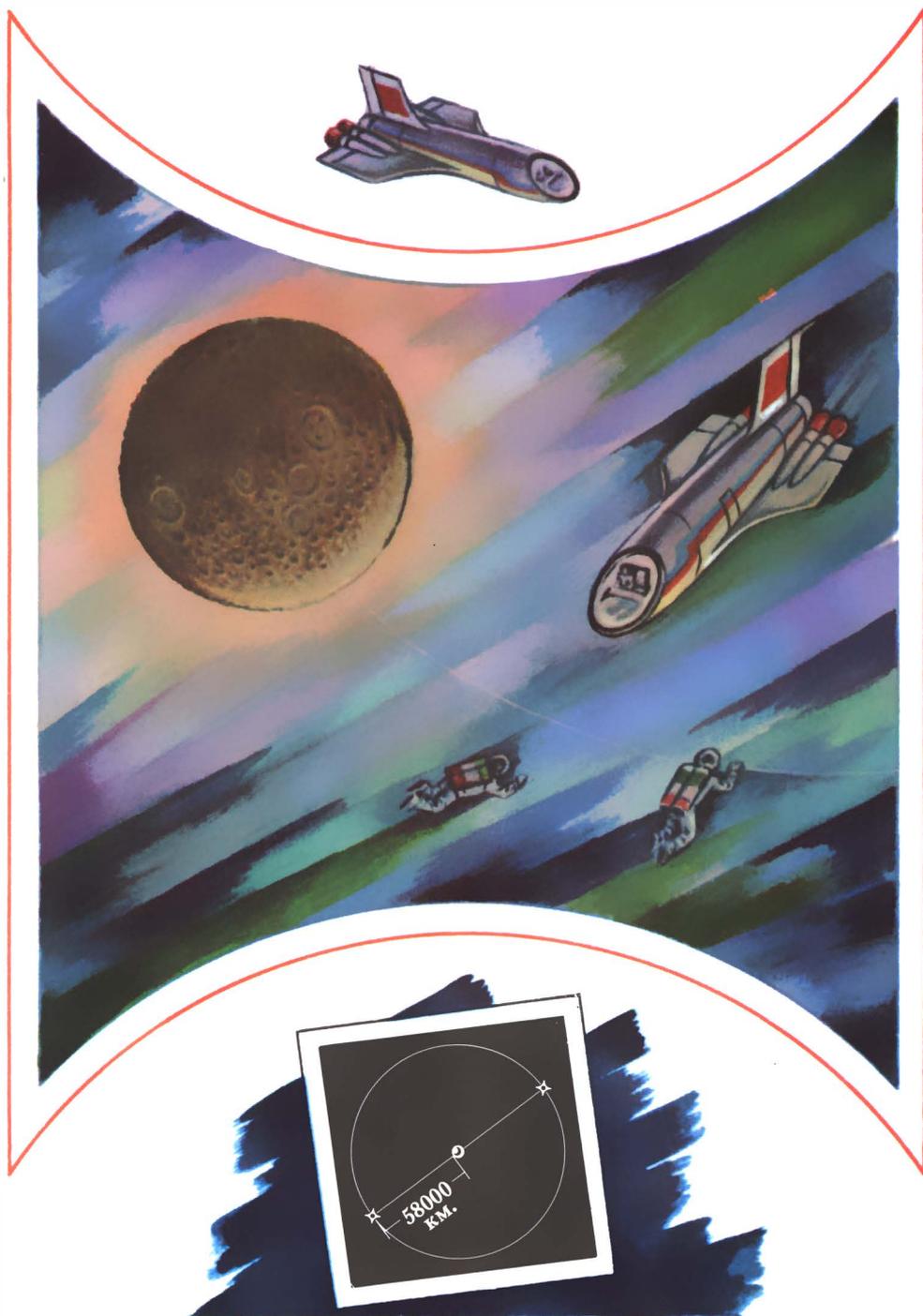
### ОЖИВШИЙ СПУТНИК

Вскоре после успешного запуска один из двух студенческих первенцев — радиоловительский спутник «Радио-2» — вдруг замолчал. Что ни делали ребята в приемно-командных пунктах, спутник оставался безгласным. От попыток оживить аппарат пришлось отказаться. И вдруг через четыре года он снова заговорил.

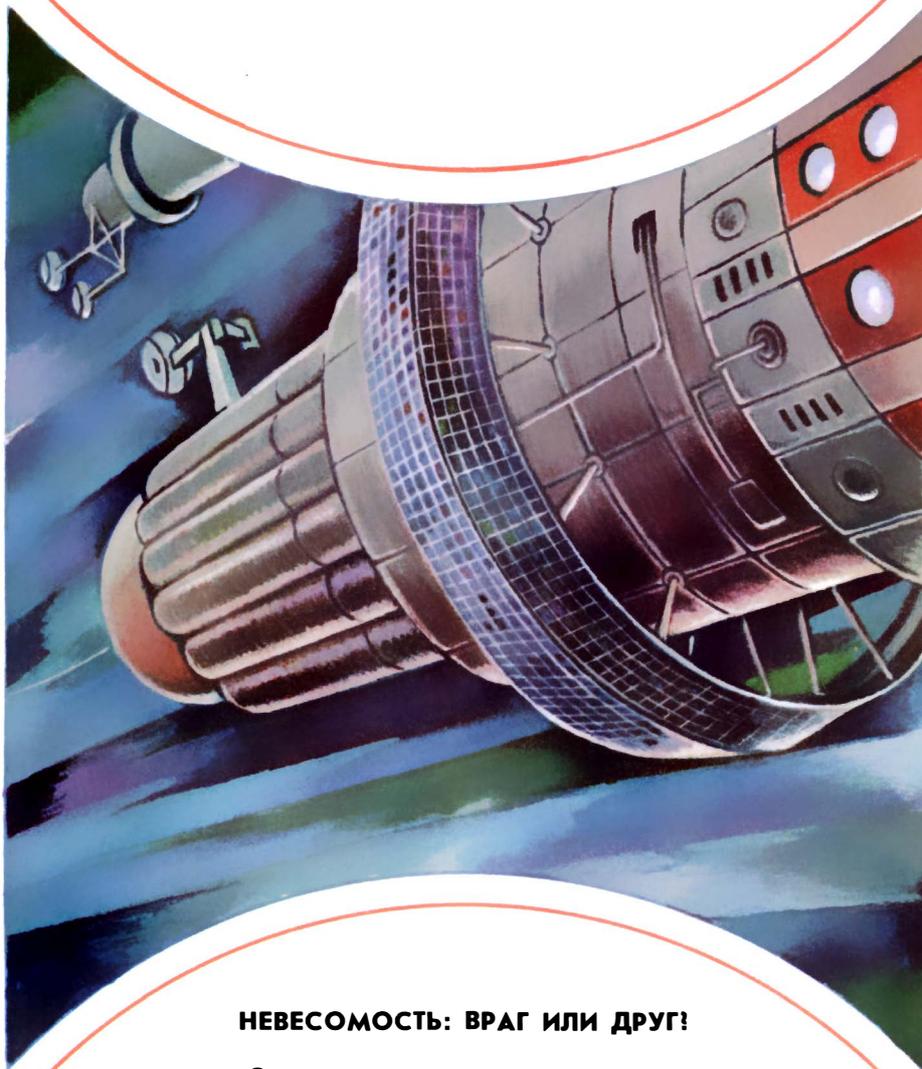
Что же произошло? Как полагают создатели космического аппарата, виновником и «смерти» и «воскресения» является космический вакуум. Аппаратура спутника сознательно не была заключена в герметическую оболочку. Это смелое решение позволило студентам свободно варьировать формой спутника, меньше заботиться о его конструктивных особенностях. Однако из-за этого, по-видимому, и вышли из строя аккумуляторы. Солнечные батареи оказались замкнутыми на их низкое внутреннее сопротивление и не смогли обеспечить нужного напряжения для питания приемников и передатчика.

Шло время, электролит из аккумуляторов постепенно испарился, они высохли, и их сопротивление возросло. После этого электрическая энергия солнечных батарей снова стала поступать куда следует, и аппаратура спутника заработала.

# Часть III



# «ИНДУСТРИЯ В ЭФИРЕ»



## **НЕВЕСОМОСТЬ: ВРАГ ИЛИ ДРУГ?**

С самого начала от невесомости не ждали ничего хорошего. И она вполне оправдывала опасения. Уже Г. Титов испытал на орбите немало неприятных минут. А потом оказалось, что по крайней мере каждый третий космонавт неважно себя чувствует в начале полета. Сразу после стыковки и перехода на борт орбитальной станции будущий космический долгожитель В. Рюмин записал

в дневнике: «Невесомость дает о себе знать. Лица наши опухли до такой степени, что в зеркале себя не узнаешь. Нет навыков в координации движений, постоянно обо что-то ударяемся, и в основном головой. Все из рук уплывает».

К счастью, «космическая болезнь» не затягивалась надолго. К концу первой недели пребывания в космосе тяжелые симптомы смягчались, и самочувствие космонавтов постепенно возвращалось к норме. Тот же Рюмин через несколько страниц заметил: «Мы окончательно привыкли к невесомости, организм больше не протестует против странностей этого мира».

Организм не только не протестовал, но так приспособился к отсутствию веса, что некоторые космонавты со временем начинали даже испытывать удовольствие от этого необычного состояния. Но извлекать из невесомости практическую пользу? Во время первых полетов об этом даже не думали. А между тем еще К. Э. Циолковский указывал на многообещающие возможности «свободного пространства» для создания в нем «развитой индустрии в самом широком смысле». Ученый имел в виду космические заводы будущих «эфирных поселений». Заглядывая далеко вперед, он не останавливался в своих трудах на необходимом этапе развития внеземной промышленности, когда ее продукция в основном предназначается для земных нужд. Именно к такому этапу и подошла сейчас космонавтика.

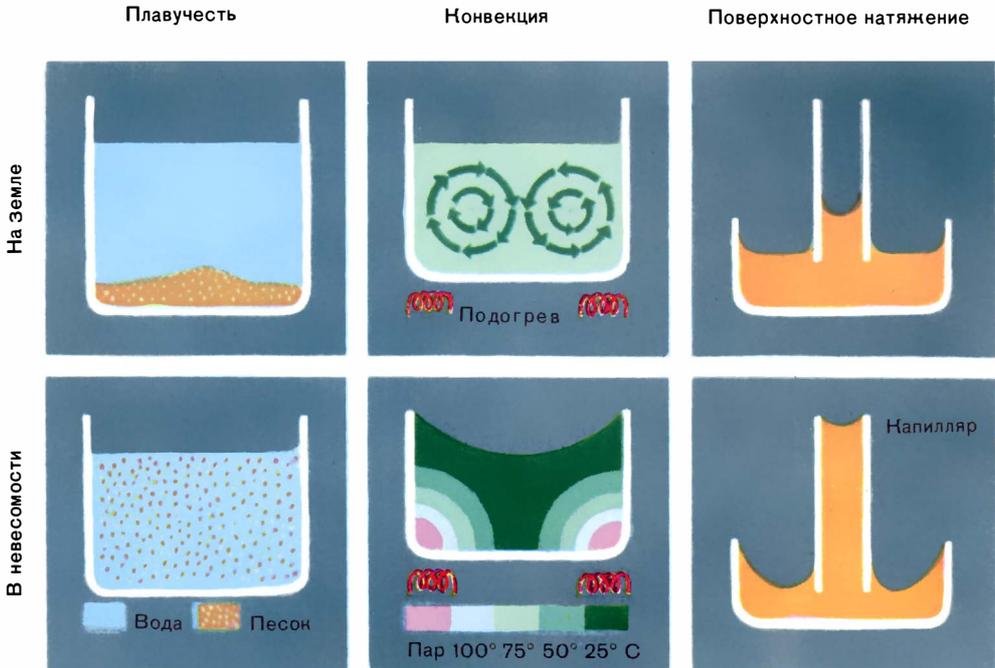
### КАК ПРОДЛИТЬ ЖИЗНЬ?

*Расселяясь в космическом пространстве, неограниченно расширяя среду своего обитания, человечество, по мнению Циолковского, и само будет меняться. Например, намного увеличится продолжительность жизни. Ученый был убежден, что «неограниченного удлинения жизни наука рано или поздно достигнет. Тогда и тысячи лет путешествия нам не покажутся страшными».*

*Конечно, это вопрос спорный. И вряд ли нашему поколению суждено узнать, заблуждался или прав был калужский мечтатель. Однако уже в настоящее время неожиданно выяснилось, что длительное пребывание в космическом пространстве замедляет старение. По данным американского научно-исследовательского центра пилотируемых полетов, космонавты — люди и животные — могут продлить себе жизнь. Дело в том, что невесомость существенно уменьшает потребности организма в пище и кислороде. Ведь в космосе не приходится тратить калории на преодоление силы тяжести. За счет этого, утверждают специалисты, и представляется возможным замедлить процесс старения определенных органов, в частности сердца.*

Чем же привлек космос производителей? Прежде всего невесомостью. Взглянем на нее глазами Циолковского и прокомментируем его мысли по этому поводу с позиций современного знания. Ученый пишет: «Тело, погруженное в газ или жидкость свободного пространства, очевидно, никуда не движется при начальном спокойствии и отсутствии действующих на него сил». Иначе говоря, в невесомости отсутствует сила Архимеда. Следовательно, на орбите должны хорошо смешиваться жидкости разной плотности, а попавшие в них пористые тела или газ не будут всплывать.

Одно из самых важных следствий «отмены» в космосе закона Архимеда Циолковский видел в отсутствии тепловой конвекции — процесса самопроизвольного перемещения теплых и холодных масс жидкостей и газов: «В среде тяжести менее плотные или более нагретые подвижные тела вытесняются по одному определенному направлению, что составляет так называемую естественную вентиляцию (так называет Циолковский конвекцию) и тягу печей, ламп, свечей, самоваров. В свободном пространстве эта естествен-



В невесомости и на Земле: плаваемость, конвекция, поверхностное натяжение.

ная тяга и вентиляция никуда не годятся. Печи там страшно надуют и сейчас же потухнут; так же лампа и свеча не горят ни минуты без искусственного возобновления воздуха».

Благодаря естественной конвекции тепло от батарей центрального отопления равномерно распределяется по нашей квартире. В помещениях же орбитальной станции воздух приходится перемешивать принудительно с помощью постоянно работающих вентиляторов. А вот насчет «ламп и свечи» Циолковский был не совсем прав. Он не учел того, что в невесомости заметно возрастает роль диффузии — взаимопроникновения молекул и атомов контактирующих между собой веществ. Подчиняясь межмолекулярным силам, потерявшие вес молекулы кислорода воздуха все же будут — правда, в меньшем количестве — поступать к пламени. При этом яркий язычок свечи потускнеет и превратится в тусклый, голубовато

светящийся шарик, но совсем не погаснет.

Те же силы взаимодействия молекул в какой-то мере компенсировали бы и ослабевший в невесомости приток кислорода к лампе, увеличив скорость подъема керосина по фитилю. На орбите намного заметнее проявляется капиллярный эффект или, как его называл Циолковский, «волосность». Насколько верно представлял ученый и эту часть физики невесомости, видно из нарисованной им воображаемой картины планеты, лишенной притяжения: «Подпочвенная вода в силу волосности, не сдерживаемая тяжестью, поднялась до поверхности земли, и растения, достаточно получая влаги, не нуждались в дожде. Действительно, везде мы землю замечали сырой, как после дождя, но трава и зелень листьев были сухи».

С капиллярными эффектами связаны и силы поверхностного натяжения. Они тоже приобретают в невесомости первостепенное зна-

чение. Это благодаря им освободившаяся жидкость, как и предвидел Циолковский, принимает на орбите «сплошную сферическую форму».

Казалось бы, все, что происходит в космическом корабле с твердыми, жидкими и газообразными телами, укладывается в рамки известных физических законов и не требует какого-то принципиально нового подхода к рассмотрению этих явлений. Однако, как указывает академик В. Авдучевский, «было бы неверно думать, что старых научных представлений достаточно для подробного описания невесомости. Картина физических процессов не так проста, как кажется на первый взгляд. Эксперименты в космосе иногда дают результаты не только неожиданные, но даже труднообъяснимые. Основное открытие, сделанное в последние годы,— сложная взаимосвязь между процессами различной физической природы, протекающими в невесомости».

## КРОВЬ И НЕВЕСОМОСТЬ

Среди тысяч зрителей, собравшихся 24 января 1985 года посмотреть старт американского многоэтажного космического корабля, было шесть австралийцев. Прибыли они на мыс Канаверал не в качестве туристов. Вместе с двумя американцами эти люди за сутки до полета побывали в лаборатории, где у них взяли пробы крови. Восемь шприцев с красной жидкостью поместили в установленную в кабине корабля установку, оснащенную автоматически работающими микроскопом и фотокамерами. Теперь все восемь доноров с полным правом могли считать себя участниками космического эксперимента.

Готовили его австралийские ученые, а среди их земляков, давших кровь для исследований, были люди, страдающие разными недугами. Пробы взяли у больных диабетом, гипертонией, раком, сердечной недостаточностью... Для сравне-

ния в подопытную группу вошло и два здоровых, ни на что не жалующихся человека.

Известно, что при некоторых болезнях красные кровяные тельца — эритроциты объединяются, образуя сгустки — тромбы. Задержавшись в каком-либо сосуде, эти комочки могут перекрыть его и вызвать тяжелые нарушения кровообращения, чреватые самыми серьезными последствиями. В процессе образования тромбов еще много неясного. Проводя исследования в невесомости, врачи хотели разобраться, какую роль играет в нем сила тяжести.

Уже первые результаты космического эксперимента принесли неожиданности: тромбы отсутствовали в тех образцах крови, где их возникновение считалось наиболее вероятным. Конечно, на основании только этих наблюдений рано делать какие-то окончательные выводы. Ясно другое — с помощью проведенных на орбите опытов сделан еще один шаг в изучении одной из важнейших систем человеческого организма.

## «ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ... К ДЕЛУ»

Вскоре после легендарного полета Ю. Гагарина академик С. Королев отправил своим заместителям телеграмму о программе будущих работ по сварке в космосе. основоположник практической космонавтики докладывал, что в представленном ему плане «совершенно нет конкретных работ», и предлагал «подумать, как быстрее перейти от исследования простых образцов к делу, пусть небольшому на первых порах». Указания Главного конструктора были приняты к исполнению, и уже через несколько лет бортинженер космического корабля «Союз-6» В. Кубасов впервые провел на орбите комплексный сварочный эксперимент.

С помощью созданной для этой цели установки «Вулкан» испытывалось три способа сварки — плавя-

щимся электродом, плазменной дугой низкого давления и электронным лучом. Первый — это обычная широкоизвестная электросварка. Однако в невесомости капли металла не растекались, а быстро увеличиваясь в объеме, не заполняли сварочный шов. Преодолеть эту трудность удалось, сделав процесс прерывистым, импульсным. За короткое время горения дуги большие капли просто не успевали образовываться.

Необходимость обработки тугоплавких металлов и сплавов вынуждает сварщиков постоянно изыскивать все новые способы повышения температуры электрической дуги. Самый простой — это увеличение тока. Но одновременно с ростом мощности дуга как бы разбухает, а значит, и сильнее охлаждается. Нужно было сжать ее, заставить ослепительный шнур «держаться в рамках». Такой ловушкой для дуги явилась тесная коробочка плазменной горелки. Однако заключить ее в клетку оказалось непросто. Она пыталась прожечь стенки своей тюрьмы, но пущенная в горелку струя инертного газа отгоняла дугу от стенок, не давая ей расширяться. Укрощенное пламя выбивалось лишь через специально проделанное для этого отверстие. Температура огненного языка в такой горелке достигает десятков тысяч градусов. Противостоять ей не может никакой металл. Однако в невесомости сварка плазменной дугой не проявила своих лучших качеств. Причиной этого, по-видимому, было усиление диффузии образующих плазму частиц в окружающее космическое пространство.

Электронная пушка сварщиков в принципе не отличается от источника электронов, рисующих изображение на экране телевизора. Все дело в мощности и концентрации энергии. В сварочных установках электронная артиллерия разгоняет свои «снаряды» до огромных скоростей. Попав в металл, такая частица «взрывается» — энергия движения мгновенно превращается в тепло, расплавляю-

щую деталь. При этом электроны ведут свою «подрывную работу» изнутри. Максимальная энергия выделяется лишь тогда, когда они уже проникнут в материал на некоторую глубину. Именно поэтому электронно-лучевой сварке не страшны никакие, даже самые теплостойкие, пленки окислов, покрывающие поверхность металлических деталей. Электронный луч выделяет энергию очень концентрированно, на малой площади. Вследствие этого сварка и резка самых тугоплавких металлов не представляют трудностей. Высокая концентрация энергии позволяет проплавлять металл «кинжалным» швом, в десятки раз более узким, чем швы, выполненные другими способами. И все это при значительном уменьшении расхода электроэнергии.

В космосе электронный луч вел себя почти так же, как на Земле. В послеполетном отчете отмечалось: «Процесс плавления и сварки электронным лучом протекает стабильно, обеспечиваются необходимые условия для нормального формирования сварного соединения или реза... Металл швов плотный, без газовых и неметаллических включений, удаление газа из расплавленного металла в процессе кристаллизации удовлетворительное».

На Земле электронно-лучевая сварка проводится в специальных камерах, из которых откачивается воздух. Это делается для того, чтобы электроны двигались к мишени свободно, не теряя энергии на столкновение с молекулами газов. Но вакуум нужен не только для этого. Такие материалы, как молибден, хром, вольфрам и другие, будучи тугоплавкими, в то же время обладают большой химической активностью. В расплавленном состоянии эти металлы бурно реагируют с окружающими их газами. Образующиеся при этом примеси загрязняют сварочный шов и уменьшают его прочность.

Добиться нужной степени разрежения в наземных цехах и лабора-

ториях непросто. Внутреннее пространство вакуумных камер загрязняют испарения герметизирующих материалов — резиновых уплотнителей и смазок, чистоту их нарушают молекулы газов, освобождающиеся из помещенных в камеру приборов и механизмов.

И все же, несмотря на технические трудности и связанные с ними немалые материальные затраты, вакуумное оборудование продолжают создавать во все больших количествах. В вакуумных электрических печах рождаются самые лучшие стали, сплавы, чистые металлы, в вакуумных формах получают высококачественные тонкостенные и фасонные отливки, в отсутствие воздуха ведут очистку и разделение сложных химических соединений, пропитку различных пористых материалов, сушку лекарственных препаратов, наносят металлические покрытия и декоративные пленки на большие поверхности.

В космосе же «бесплатного» вакуума хоть отбавляй. Достаточно открыть крышку люка. Приступая к электронно-лучевой сварке, экипаж «Союза-6» так и поступал. Однако большие надежды технологов на высокий космический вакуум пока что не оправдались. Как выяснилось, его загрязняют сами космические аппараты, выделяя различные газы в окружающее пространство или корабль пространство. Поэтому до сих пор вакуум на орбите используют лишь как вспомогательное средство, а для получения новых материалов исходные вещества помещают в термостойкие ампулы, воздух из которых откачивают заблаговременно, еще на Земле.

Когда конструкторское бюро С. Королева заключало договор с Институтом электросварки имени Е. Патона АН УССР, обе сотрудничающие организации преследовали узкопрактическую цель — опробовать перспективный способ ведения на орбите монтажных работ. «Вулкан» доказал: сварка вне Земли возможна и обеспечивает вполне

удовлетворительное качество соединений. Однако результаты первого технологического эксперимента оказались значительно шире. «Попутно» со сваркой удалось получить ценные данные о поведении в космосе жидких металлов, их застывании и кристаллизации, о роли в этих процессах сил поверхностного натяжения, капиллярных явлений, диффузии. С этими знаниями было намного легче приступить к дальнейшим исследованиям.

## ЛУНА И... РЖАВЧИНА

То, что в порциях лунного грунта, доставленного на Землю советскими автоматическими станциями, обнаружили чистое железо, никого не удивило. На Луне нет атмосферы, а следовательно, и свободного кислорода, образующего на поверхности металлического изделий слой ржавчины. Но лунное железо не окислялось и на воздухе. Вот это уже было ни на что не похоже.

«Если вы поймете,— обратился к ученым академик М. Келдыш,— как получается на Луне такое железо, и научите нас производить его в земных условиях, то это окупит все расходы на космические исследования». Тогдашний президент Академии наук СССР знал, о чем говорит. Ведь коррозия металлов ежегодно съедает десятую часть национального дохода развитых стран. Убытки огромные. И для того чтобы уменьшить их, стоило поработать.

Широкие исследования, проводившиеся силами многих научных учреждений страны, помогли открыть секрет лунного железа. Выяснилось, что его «закаляет» солнечный ветер — несущийся от Солнца поток заряженных частиц. Справедливость этого заключения наглядно продемонстрировали на опыте. На диске из нержавеющей стали выгравировали слово «Луна» и обработали надпись ионным пуч-

ком. Потом диск поместили в пары «царской водки» — смеси кислот, перед которой не может устоять никакой металл. Уже через четверть часа вся поверхность диска покрылась ржавчиной, и только слово «Луна» блестело по-прежнему.

Открытие советских ученых может совершить настоящий переворот в технологии металлов. Недавно американские специалисты расценили его как самый ценный трофей всех лунных экспедиций.

### «СПЛАВ», «КРИСТАЛЛ» И ДРУГИЕ

Первый же грузовой космический корабль «Прогресс» доставил на орбитальную станцию «Салют-6» технологическую установку «Сплав». Она состояла из двух блоков — электрической плавильной печи и пульта управления. Энергию для нагрева установка получала от солнечных батарей, максимальная рабочая температура в ней достигала тысячи градусов, весила же печь всего 12 килограммов.

Обычно габариты подобных нагревательных установок определяются мощной теплоизоляцией. Создатели «Сплава» решили эту проблему весьма остроумно. Одна из лучших теплоизоляций — экранно-вакуумная. Она широко применяется для тепловой защиты космических аппаратов и представляет собой многослойный пакет тонких металлических экранов, разделенных между собой... пустотой. Конструкторы окружили космическую печь таким же чехлом, а чтобы не откачивать из него воздух, решили вести работу в открытом космосе. Для этого нагревательную установку во время экспериментов помещали в шлюзовую камеру и открывали ее наружный люк. Использование космического вакуума помогло конструкторам «Сплава» существенно снизить потери тепла и соответственно уменьшить расход пока

еще дефицитной на орбите электроэнергии.

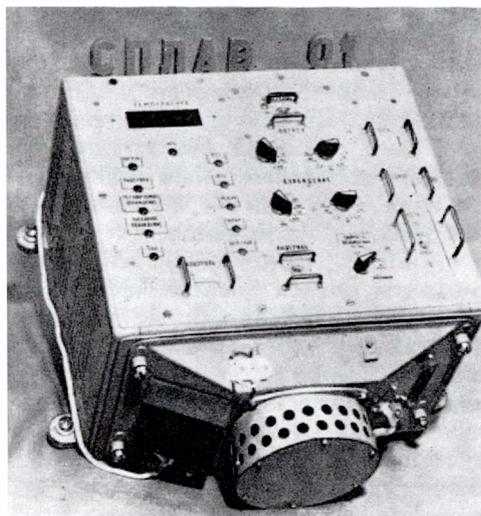
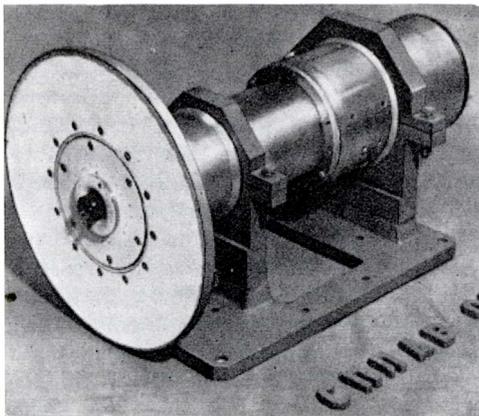
Космонавты управляли работой печи из герметичного рабочего отсека. Но это вовсе не означало, что они постоянно находились у пульта управления. Им нужно было только выбрать программу эксперимента, далее все шло автоматически. Печь сама доводила температуру до заданной, поддерживала ее нужное время, регулировала скорость охлаждения расплава...

Следующий космический грузовой «Прогресс-2» привез на «Салют-6» еще одну универсальную установку — электрическую печь «Кристалл». В ней ампулы с исходными веществами могли медленно смещаться относительно нагревателя. Таким образом, новая печь создавала дополнительные возможности для получения в космосе разнообразных материалов.

Многие технологические эксперименты длятся десятки часов, космонавты в это время могут заниматься другими делами, отдыхать и даже спать. Кстати, когда обитатели «Салюта» забирались в спальные мешки, руководители материаловедческой программы были особенно довольны. Дело в том, что перемещение космонавтов по станции и особенно их физические тренировки нарушают покой орбитальной станции и невесомость в ней становится не совсем полной.

— Для уменьшения перегрузок на «Сплав», чтобы станция не дергалась, просьба физкультуру проводить на велосипеде, а не на дорожке, — обращался к экипажу Центр управления, имея в виду, что при вращении педалей велоэргометра («велосипеда») космический дом сотрясается не так сильно, как при занятиях на бегущей дорожке.

Во время свободного вращения станции или при работе разворачивающих ее двигателей ориентации невесомость внутри космического аппарата тоже нарушается. Хотя возникающие при этих эволюциях ускорения и составляют всего



*Космическая установка «Сплав»: нагревательная камера (вверху) и блок управления (внизу).*

лишь тысячные доли силы земного тяготения, пренебрегать ими не приходится.

Возмущают полет станции и другие силы — торможение ее о редкую, но все же существующую даже на таких высотах атмосферу, вибрация работающих в отсеках приборов, наконец, едва ощутимое давление солнечного света.

К счастью, эти силы и вызываемые ими ускорения весьма малы, однако и они влияют на ход технологических процессов. Зная это, космонавты стараются во время работы печей поменьше двигаться, выключать другую аппаратуру, про-

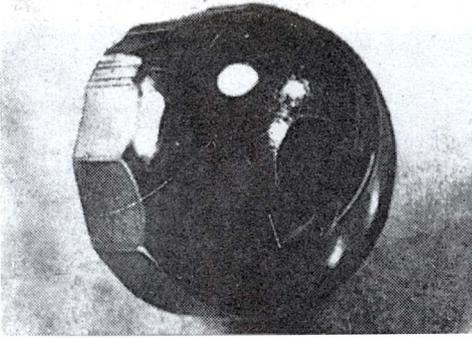
водить эксперименты с материалами, когда станция находится в режиме так называемой гравитационной стабилизации. При этом продольная ось длинной связки «Салюта» с «Союзом» и «Прогрессом» направлена на центр Земли, и орбитальный комплекс, словно поплавок, долгое время удерживается в одном положении без помощи двигателей.

Думая о перспективе, создатели космической техники уже рассматривают предложения о проведении работ по космическому материаловедению в специальных модулях — автономных герметичных блоках, которые во время действия технологических установок могут отделяться от обитаемой станции и совершать полет рядом с нею.

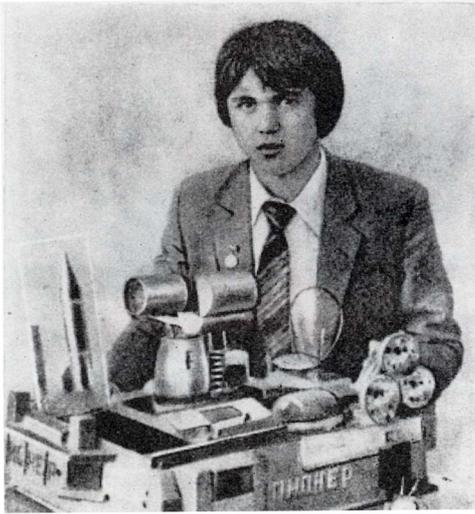
### «МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ В КОСМОСЕ»

Так назвали свою модель ребята из Дома пионеров имени 26-ти бакинских комиссаров города Тбилиси. Кружковцы представили свою работу на состоявшийся в Москве международный конкурс учащихся на лучший проект космического эксперимента.

Разработанная юными конструкторами схема металлургического производства учитывала многие особенности работы и жизни на орбите. Чтобы длительное пребывание в космосе не отражалось на здоровье работников комбината, в нем создается искусственная сила тяжести. Для этого все огромное сооружение медленно вращается вокруг своей оси. Однако технологические процессы, как мы уже знаем, требуют полной невесомости и абсолютного покоя. Поэтому плавки проходят в автономных блоках-модулях, которые пристыковываются к орбитальному комбинату только для перезарядки печей и выгрузки полученной продукции. Сверхчистые металлы и необычные сплавы проходят дальнейшую об-



*Монокристалл селенида кадмия, выращенный на космической установке «Корунд». Он имеет естественную огранку, отражающую его кристаллическую структуру. Материал используется в лазерной технике и электронике.*



*Модель космического завода «Пионер» и ее конструктор Юра Ключко со станции юных техников города Амурска.*

работку в цехах комбината и уже в виде полуфабрикатов или готовых изделий доставляются на Землю.

«Малый интеркосмос», как коротко называли конкурс его участники, стал большой школой для будущих ученых и создателей космической техники.

18 июня 1982 года бортинженер «Салюта-7» В. Лебедев записал: «Только что закончили работу по

сборке технологической установки (печи) «Магма-Ф», более совершенной, чем установка «Кристалл» станции «Салют-6». Через месяц космонавты собрали в своем «горячем цехе» еще одну новинку — технологическую установку «Корунд». Эта печь особенно пришлось по душе экипажу. И прежде всего тем, что на ней можно было не только вести исследовательские работы, но и получать довольно большие количества материалов, пригодных для практического использования. В. Лебедев уделил «Корунду» много внимания в своем полетном дневнике: «Корунд» — это уже полупромышленная установка нового поколения для выращивания кристаллов, которые будут использованы в производстве перспективных приборов. В ней расширены возможности технологических печей «Сплав» и «Кристалл»... Крупнее стали сами образцы материалов: их длина 300 миллиметров, а диаметр — 25 миллиметров, и в зависимости от удельного веса исходного вещества вес получаемого кристалла в одной капсуле может быть от нескольких сот граммов до полутора килограммов.

В барабан установки одновременно загружаются 12 капсул с разными материалами, и после набора программ она работает в автоматическом режиме без вмешательства космонавта поочередно с каждой капсулой. С одной загрузки можно получить до 18-ти килограммов ценнейших полупроводниковых материалов».

## КРИСТАЛЛЫ ИЗ КОСМОСА

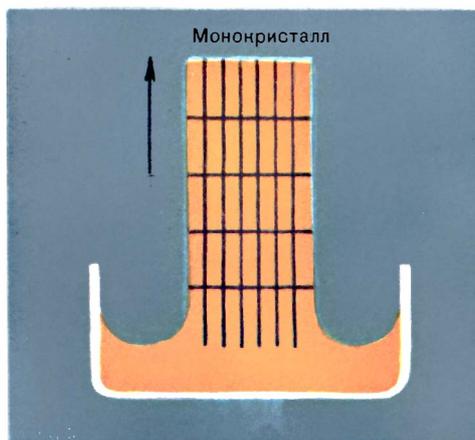
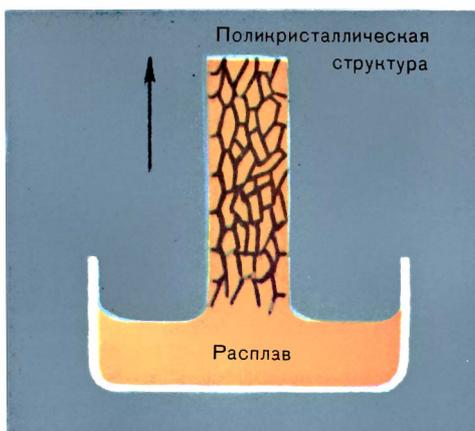
Эти материалы придумали люди, природа их не знала, хотя кристаллы распространены в ней достаточно широко. Металлы и горные породы, снег и град, сахар, многие органические соединения — таков далеко не полный перечень естественных кристаллических веществ. Зачем же понадобилось создавать их еще и искусственным

путем? Дело в том, что природные кристаллы, как правило, далеко не совершенны и к тому же не обладают многими свойствами, необходимыми для использования их в различных технических устройствах. А требования, которые предъявляет к кристаллам современная техника, чрезвычайно высоки, а подчас и вовсе уникальны. Например, к чистоте материала. Одного чужеродного атома на миллион собственных достаточно, например, чтобы изменить свойства полупроводникового кристалла. Одного на миллион! Столь же чувствительны эти материалы, занимающие промежуточное положение между проводниками и диэлектриками, и к нарушениям строжайшего порядка во взаимном расположении их атомов.

В последние десятилетия полупроводники почти целиком вытеснили электронные лампы. Экономичность электронной аппаратуры с появлением нового класса приборов повысилась в сотни и тысячи раз, неизмеримо увеличилась ее чувствительность, надежность, компактность. Полупроводники произвели настоящую революцию в электронике, добавив к названию этой области науки и техники многозначительную приставку «микро». Крохотные кристаллики современных интегральных схем содержат в себе сотни тысяч определенным образом соединенных между собой сложных элементов. И уже ставится задача довести эту цифру до миллиона. Прибор миллиметровых размеров заменит большую вычислительную машину! Но для этого требуется технология, качественно отличная от используемой в настоящее время. Именно такое коренное изменение условий производства сулит микроэлектронике перенос ряда технологических процессов в космическое пространство.

Кристаллы растут из растворов или расплавов, подобно живым существам, чутко реагируя на самые незаметные изменения окружающей их среды. Чтобы кристалл вы-

На Земле



В невесомости

*В невесомости и на Земле:  
кристаллизация.*

рос совершенным, необходимо прежде всего обеспечить стабильность, постоянство условий его роста. На Земле их больше всего нарушают конвективные потоки. «Выключая» тепловую конвекцию, невесомость устраняет эту главную помеху. В отсутствие тяжести вводимые в кристаллы нужные примеси распределяются в них равномерно, независимо от их удельного веса.

На орбите легче соблюсти и требуемую чистоту расплава. Кристаллы полупроводников обычно получают из расплавов. Огненная жид-

кость химически взаимодействует со стенками тигля или ампулы, захватывая оттуда посторонние вещества. В невесомости уберечь растущие кристаллы от нежелательных контактов и загрязнений значительно легче.

Постановщики экспериментов на орбитальной станции были приятно удивлены: некоторые полупроводниковые материалы плавилась и затвердевали в кварцевых ампулах, почти не касаясь их стенок. Это тем более важно, что расширившаяся при нагреве оболочка ампулы может сжать молодой кристалл, ограничивая его рост и образуя в нем различные дефекты структуры.

Сила тяжести накладывает ограничения и на размеры получаемых образцов. Чем длиннее кристаллические стержни, нити, ленты, тем быстрее они гнутся и ломаются. В невесомости эти ограничения снимаются. Еще К. Циолковский указывал: «При малой тяжести и покое правильные кристаллы также могли бы значительно возрасти в размерах».

«Правильными» кристаллами ученый называл монокристаллы, состоящие из атомов, выстроенных в монокристаллическую и стройную ажурную конструкцию. Циолковский хорошо понимал и трудности получения больших монокристаллов: «Как красиво,— писал он,— кристаллы солей, льда, разных купоросов, щелочей, металлов и всяких простых и сложных тел! Ведь при малой величине они идеально правильны, напротив, чем величина их больше, тем больше и дефектов». В космосе противоречие между величиной и качеством кристаллов уже не выглядит таким неразрешимым.

### ЛУННИК НА ПРИВЯЗИ

Есть в небесной механике классическая задача о движении трех взаимно притягивающихся тел. Общее ее решение пока не найдено, а одно из частных гласит, что в тех

случаях, когда такие тела размещаются на одной прямой или в вершинах равносторонних треугольников, они некоторое время движутся согласно, как если бы их связывала какая-то жесткая конструкция. Точки нахождения тел называли точками либрации.

О практическом их использовании заговорили, когда на стапелях космических верфей были заложены автоматические лунные станции, и математики должны были проложить им путь. В расчетах фигурировали три тела, связанные тяготением: Земля, Луна и космический аппарат.

Если перемещаться от Земли к Луне по прямой, то за 58 тысяч километров от цели попадаем в первую точку либрации. Вторая лежит на той же линии, но уже за Луной. Оказавшись в той или другой точке, космический аппарат какое-то время будет двигаться вместе с планетой и ее естественным спутником, не меняя относительно них своего положения.

Разместив в точках либрации автоматические ретрансляторы, можно было бы обеспечить не только радиосвязь на всей Земле, но также связь между Землей и базами, расположенными на обратной, невидимой стороне Луны. А с пилотируемых станций из этих точек удобно исследовать Солнце, звезды, межпланетную материю, реликтовое радиоизлучение...

Все это, однако, возможно лишь тогда, когда космические аппараты находятся в точках либрации достаточно долго. Удерживать их там сколько нужно могут ракетные двигатели, время от времени корректирующие положение космических станций относительно необычных точек. Но для этого потребуется иметь на них большие запасы топлива, что существенно ограничит возможности научных исследований.

Советские специалисты предлагают сделать проще — привязать спутник к Луне тросом. С помощью

соответствующих расчетов они доказывают, что «эта идея не столь фантастична, как может показаться». В качестве примера приводится случай, когда станция массой 2,5 тысячи тонн удерживается у Луны тросом длиной до 100 тысяч километров и сечением всего 0,3 квадратного миллиметра.

Естественно, такой трос должен быть сплетен из сверхпрочных нитей. Такие материалы известны. Это тончайшие монокристаллы бора, кварца, углерода, сапфира, карбида кремния... Например, сапфировое волокно обладает прочностью, в 100 раз превышающей этот показатель у самых лучших конструкционных материалов. Однако вырастить его достаточно длинным не удается — мешает тяжесть. Поэтому нити для космических тросовых систем, по-видимому, и создаваться будут на специальных космических заводах.

В. Коваленок и А. Иванченков, летая на станции «Салют-6», не раз проводили технологические эксперименты. «Кристалл» мы запустили, — рассказывали космонавты, — проверили исходное состояние, набрали программу, вставили капсулу в печь. Затем периодически подплавляли — проверяли, как идет процесс. Но самое интересное было, когда мы капсулу извлекли. Трясем, слышим, там что-то стучит: кристалл. И, знаете, такое любопытство, очень хочется внутрь залезть. Потом исподволь начали Землю просить: разрешите заглянуть. Разрешили. Мы отвернули заглушку, извлекли кристалл. Он был желтый, миллиметров 12 высотой, все грани сформировались. Так и сверкает. В телевизионном сеансе связи показали его Земле. Потом через увеличительное стекло засняли на киноплёнку».

И позже с орбиты не раз докладывали о полученных результатах:

— Кристаллы, как фасолинки... желтого цвета... один сферической формы, миллиметров семь. Грани

сверкают... порядка двенадцати граней.

— Вы опровергли многие теории, — поразились в Центре.

Одновременно с космонавтами такие же эксперименты вели на аппаратуре «Кристалл» и в наземных условиях. Послеполетные исследования показали, что электрофизические и структурные показатели у космических камней намного выше, чем у их земных аналогов.

Сегодня ни одна отрасль электронной техники и приборостроения не может обойтись без полупроводников. Соответственно, все шире становится перечень материалов, из которых их изготавливают. С 30-х годов, когда академик А. Иоффе впервые предсказал полупроводникам богатые перспективы, советские ученые идут в первых рядах создателей новых материалов. Так было и в 60-е годы, когда ученики Иоффе предложили так называемые тройные полупроводники. Используя эти соединения, можно значительно повысить быстродействие электронных устройств, создать универсальные приемники электромагнитного излучения, чувствительные в очень широком интервале длин волн.

Один из наиболее интересных представителей этого класса полупроводников — так называемый КРТ состоит из кадмия, ртути и теллура. Этот материал используется для регистрации невидимого теплового излучения нагретых тел.

На одной из встреч с журналистами в Центре управления научный руководитель эксперимента член-корреспондент АН СССР Л. Курбатов показал фотографию. Портрет как портрет, ничего особенного, разве что фотограф, по-видимому, был не слишком опытен. Однако снимок этот оказался совсем не таким простым, как казалось с первого взгляда. Он был сделан... в абсолютной темноте. «Освещением» служили тепловые инфракрасные лучи, испускаемые лицом фотографируемого. Контрасты на пленке

объяснялись различной температурой участков кожи.

Как известно, воспалительный процесс всегда сопровождается местным повышением температуры. На этом свойстве основано действие медицинских приборов — тепловизоров. Невидимый свет позволяет врачу распознавать заболевание в первой, еще скрытой стадии, а переоценить эту возможность трудно.

С помощью инфракрасных приборов можно принимать тепловое излучение далеких небесных тел, определять содержание вредных веществ в атмосфере, получать из космоса изображения неосвещенных участков земной поверхности...

Для регистрации и измерения интенсивности инфракрасных лучей используют специальные фотоприемники. Одним из лучших материалов для их изготовления и является КРТ. Однако вырастить на Земле кристаллы этого вещества сложно. Входящие в него компоненты существенно различаются по плотности и в расплаве смешиваются плохо, расслаиваясь, как молоко и сливки. Поэтому, как правило, лишь незначительную часть большого куска сплава удается использовать по назначению.

— Когда я впервые услышал о космической технологии,— рассказывал Л. Курбатов,— я сразу подумал о КРТ. Он прямо-таки создан для производства на орбите. Ведь помимо того, что в невесомости составляющие должны отлично перемешиваться, нам и требуется совсем немного хорошего материала.

С КРТ работал уже первый экипаж «Салюта-6». И хотя были получены неплохие результаты, многое оставалось неясным. Зато мы поняли, что космические плавки помогут нам лучше разобраться и в обычной наземной технологии КРТ. Полученный опыт и в самом деле продвинул дальше наши исследования. И уже Рюмин с Ляховым выдали отличные кристаллы.

Тогда же мы осознали, что для улучшения качества нужно увеличить выдержку материала в печи. Кстати, французские ученые подчас выдерживают свои слитки КРТ по полгода. А Л. Попову и В. Рюмину понадобилось для получения аналогичных кристаллов всего 130 часов.

Эксперименты с КРТ были продолжены во время полета польского и советских космонавтов. Космос не подвел и на этот раз. Во-первых, на орбите удалось получить значительную часть материала в виде монокристалла, во-вторых, содержание кадмия в этой части образца оказалось гораздо ближе к требуемой величине, и в-третьих, больше половины всей массы расплава получилась однородной, на Земле же количество материала такого качества обычно составляет не более 10—15 процентов.

К настоящему времени экипажами космических кораблей и орбитальных станций получено немало разновидностей полупроводниковых кристаллов. Исследователи отмечают их структурное совершенство и высокую однородность химического состава. Соответственно, намного улучшаются и технические характеристики. Все это вызывает большой энтузиазм у создателей электронных приборов. Один из ведущих советских специалистов в области микроэлектроники как-то заметил, что космическая технология больше всего должна заниматься производством высококачественных полупроводниковых материалов. Ведь соответствующая отрасль промышленности имеет дело с весьма ограниченным количеством сырья, а вес пока еще остается одним из лимитирующих факторов в космонавтике. К тому же даже те сравнительно небольшие объемы материалов, которые уже производятся в космосе, как уже говорилось, могут удовлетворять не только интересы исследователей, но и использоваться для изготовления небольших партий серийных приборов.



*В наземных лабораториях исследуют полученные в космосе материалы. На электронном микроскопе изучаются полупроводники, доставленные со станции «Салют».*

## **МАТЕРИАЛЫ С «УСАМИ»**

«Тут можно роскошно производить всевозможные металлургические работы», — писал К. Циолковский в своей книге «Вне Земли». Как и многие другие удивительные по своей прозорливости предвидения великого ученого, сбылось и это.

На Земле далеко не все металлы можно смешать и соединить. Гравитация разделяет их по удельному весу, заставляя более тяжелые оседать на дно нагреватель-

ной ванны и оставляя наверху те, что полегче. При неравномерном прогреве (а сделать его идеальным практически никогда не удастся) в массе расплавленной смеси возникают вносящие смуту конвективные потоки, неравномерно протекает и кристаллизация расплава. В результате этих возмущений нарушается однородность получаемых сплавов и, как следствие, ухудшаются их механические, электрические, магнитные и другие свойства.

Возможности невесомости хорошо проявились на примере сплава

алюминия с вольфрамом. Эти металлы находятся в разных «весовых категориях». Чтобы уравновесить кубический сантиметр вольфрама, на соседнюю чашу весов пришлось бы бросить почти десяток таких же кубиков из алюминия. Смешать эти металлы на Земле нечего и пытаться. На то алюминий и «крылатый» металл, чтобы всегда оставаться сверху. А между тем в этой паре каждый партнер обладает драгоценными качествами.

Стойкий к окислению, пластичный и легкий, но боящийся высоких температур алюминий, и вольфрам — рекордсмен среди тугоплавких металлов, добавки которого превращают обычную сталь в непробиваемую броню или сверхтвердый инструментальный сплав.

Капсулу, изготовленную для космического эксперимента, заполнили алюминиевым порошком, в котором равномерно по всему объему были распределены шарики из вольфрама. На орбите смесь нагрели, и вольфрамовые крупинки почти целиком растворились в расплавленном алюминии. При этом однородность состава почти не нарушилась. В тех местах слитка, где были вольфрамовые шарики, образовались миниатюрные звездочки с длинными лучами, состоящими из химического соединения двух металлов. Пронизанный ими «гибрид» стал в значительной степени прочнее алюминия, сохранив при этом его легкость.

Доставленный с орбиты образец, как ни странно, оказался больше своего земного двойника, составленного из того же количества исходных металлов. Как выяснилось, космический слиток «поправился» за счет пузырьков газа, не сумевших в невесомости выбраться из застывшего расплава. Так в одном опыте проявилось сразу два перспективных направления создания в космосе композиционных материалов, или, сокращенно, композитов.

Структуру некоторых из них

можно сравнить с железобетоном, в котором основной компонент — бетон упрочняется связывающей его металлической сеткой — арматурой. В ряде композитов такой арматурой служат так называемые «усы» — прочные тончайшие нити из волокон углерода, карбида кремния, бора, а основным материалом или матрицей — какой-нибудь металл. Нити, как правило, легче матрицы и на Земле всплывают в расплаве. О недостатках такой продукции говорить не приходится. Достаточно представить железобетонную плиту, в которой вся арматура «сбилась» в одну сторону.

В невесомости одностороннего сдвига армирующих наполнителей можно избежать. Это подтверждают результаты экспериментов. Так, на орбите уже удалось получить серебро, пронизанное «усами» из карбида кремния. Как и полученная в космосе смесь алюминия с графитом, этот композит обладал более однородной структурой и, соответственно, повышенными, по сравнению с контрольными наземными образцами, твердостью и прочностью.

Намного однороднее получают на орбите и сплавы из обычно не смешивающихся металлов: алюминия с магнием, германия с золотом, свинца с оловом, медью, алюминием. При высоких температурах эти металлы плавятся и образуют однородную на вид жидкость. Казалось бы, все в порядке. Однако, охлаждаясь, расплав распадается на капельки различных металлических растворов и образует нечто вроде эмульсии. Ее частицы быстро сливаются воедино, и вскоре в ванне образуется две жидкости — осевшая на дно тяжелая и плавающая сверху легкая.

В невесомости, как показывают эксперименты, объединение капелек замедляется. Поэтому, если быстро охладить расплав, можно избежать их сращивания и получить материал из мелких и однородных кристалликов.

Сплавы из несмешивающихся металлов могут обладать уникальными характеристиками: высокой прочностью, большой устойчивостью к трению и даже сверхпроводимостью. Именно это качество, совсем не свойственное его земному аналогу, приобрел в космосе сплав золота с германием.

Кстати, хорошо известно, что свойства большинства сверхпроводящих соединений в большой степени зависят от их внутренней структуры. Это и побудило ученых попробовать изготовить такие сплавы в космических печах. Испытывались материалы, состоящие из олова и свинца, молибдена и галлия, олова и ниобия. Одновременно те же составы готовились и в наземных лабораториях. Контрольные и космические образцы отличались по форме, внутреннему строению, магнитным свойствам, однако результаты опытов не позволили сделать однозначных выводов по поводу преимуществ внеземной технологии для сверхпроводящих сплавов.

А вот некоторые магнитные материалы оправдали возлагаемые на них надежды. Так, магнитные характеристики полученного в космосе сплава висмута с марганцем оказались намного выше, чем у земных образцов.

Но вернемся к композитным материалам. К ним относятся и так называемые пенометаллы. Если в расплавленный металл внести большое количество нерастворимого газа, получится что-то вроде затвердевшей металлической губки — легкой и прочной одновременно. Представьте себе стальной брусок... плавающий в воде! Однако на Земле газовые пузырьки распределяются в объеме материала неравномерно. К тому же они стремятся всплыть и покинуть расплав. В космосе этого не происходит — ведь там и металл и газ одинаково невесомы.

В 1979 году на станции «Салют-6» в рамках подготовленного

болгарскими специалистами эксперимента космонавты Л. Попов и В. Рюмин впервые получили пенометалл. В вакуумированной ампуле содержался алюминиевый сплав с добавками гидрида титана и нитрида кремния. При разогреве смеси в печи «Сплав» первая присадка выделила большое количество водорода, а вторая стабилизировала его пузырьки, не давая им распадаться. По сравнению со слитками, полученными в аналогичном наземном эксперименте, космические образцы оказались более пористыми, пустоты у них были самых разных размеров, в том числе и довольно крупные. На Земле же самые большие пузыри отличались и самой высокой подвижностью. Именно они в первую очередь всплывали и уходили прочь из жидкого металла.

Пенометаллы могут найти себе самое широкое применение. Из-за низкой теплопроводности выполненные из них конструктивные элементы обладают и хорошими теплозащитными свойствами, к тому же газированные металлы не так боятся ударов и деформаций. Вместе с легкостью и прочностью эти качества особенно привлекают авиаконструкторов, создателей ракет и космических аппаратов. Производство пенометаллов может намного облегчить, в прямом и переносном смысле, крупномасштабные строительные работы в космическом пространстве.

### ДЛЯ ИСКУССТВЕННЫХ ОРГАНОВ

*Идет операция: хирург удаляет пораженную болезнью часть кровеносного сосуда и заменяет ее трубкой, сотканной из синтетического материала. Прочная и эластичная, она все же во многом уступает своему естественному прототипу. Настоящая аорта или другой сосуд не препятствуют проходящему сквозь них току крови, а в*

протезе нередко образуются закупоривающие его тромбы. Поэтому, несмотря на значительные успехи в создании специальных медицинских полимеров, поиск новых материалов для искусственных органов продолжается. В середине 60-х годов он привел к широкому использованию так называемого коллагена.

Коллаген — это животный белок, составляющий более трети всех белков в тканях организма. Он входит в состав кожи, костей, связок, сосудов, нервных волокон... Коллаген извлекают из кожи крупного рогатого скота, обрабатывая ее особыми растворителями. Однако при этом не удается получить массу, однородную по структуре и свойствам. Мешает сила земного притяжения, под действием которой более плотные частицы белка быстрее оседают на дно.

Американские ученые предложили обрабатывать коллаген в невесомости. Они рассчитывают получить таким образом материал, годный не только для изготовления протезов сосудов, но и для создания искусственных роговых оболочек глаз.

## ПАРЯЩЕЕ СТЕКЛО

Неизвестный стеклодел, который впервые предложил перемешивать расплавленную массу, по-видимому, и не думал о силе тяжести. Просто он заметил, что эта операция повышает прозрачность стекла. И лишь спустя столетия стало ясно, что мешалки не только механически улучшают однородность жидкой смеси, но и разбивают возникающие в ней конвективные потоки, из-за которых в материале образуются многочисленные дефекты.

Перемешивание, конечно, не устраняет, а лишь ослабляет влияние земного притяжения на технологический процесс. Полностью перехитрить гравитацию не удается, и она при первой возможности проявляет свой строптивый харак-

тер: расслаивает входящие в расплав жидкости разной плотности, объединяет в группы тяжелые ионы примесей, вводимых в стекло с различными целями, способствует зарождению мешающих прохождению света кристаллов.

Все это нарушает однородность стекла и ухудшает его оптические свойства. Поэтому можно понять, сколь притягательной оказалась для стеклоделов перспектива переноса процесса в космос. К тому же невесомость сулила возможность получать не только структурно и химически однородные, но и самые чистые стекла. А этого достичь в земных условиях особенно трудно.

Шихта — смесь, из которой производят стекло, — плавится при очень высоких температурах. Стенки варочных сосудов-тиглей не выдерживают такого нагрева, постепенно разрушаются и загрязняют стекольную массу. На попавших в расплав частичках материала стенок и самих стенках образуются кристаллы, рассеивающие свет и служащие причиной больших оптических потерь. Даже платиновые тигли и те пасуют перед непомерными тепловыми нагрузками.

В невесомости же от плавильных сосудов можно вообще отказаться.

В фильмах или телепередачах о космонавтике не раз показывали, как парит рядом с космонавтами разлитая ими вода. Крупные шарообразные капли медленно плавают по кабине, словно решая, куда им направиться. Аналогично ведут себя в невесомости и другие жидкости. Но если даже воду здесь стараются собрать как можно быстрее, то тем более опасно выпустить на волю капли расплавленного стекла.

Для бестигельной плавки различных материалов в космосе проектируются специальные установки — так называемые левитаторы. Самое сложное в них — удержать парящий огненный сгусток на одном месте, не допустить его контактов со стенками.

Предлагаются разные способы фиксации «летающих» образцов. Металлические сплавы, например, можно удерживать с помощью электромагнитных полей. Через охватывающие металл катушки пропускается переменный ток, который наводит в расплаве индукционные токи. Между ними и первичным током возникают электромагнитные силы отталкивания, которые и сковывают движения расплавленного металла.

В электростатическом левитаторе между поверхностью образца и стенками сферической камеры создается удерживающее металл электрическое поле, а в ионно-плазменной установке огненная жидкость парит под действием направленных на нее струй плазмы. Последний способ удобен еще и тем, что ионно-плазменные пучки могут не только фиксировать расплав в пространстве, но и разогревать его.

Стекло, как правило, тока не проводит, поэтому электрические способы удержания для него не годятся. В созданном советскими специалистами проекте установки для бестигельной плавки стекла шихта будет плавиться электрическим нагревателем, а от контактов со стенками тигля ее предохранят мощные ультразвуковые волны.

Давлением звука можно не только удерживать расплавленную массу, но также перемешивать ее, а затем и формовать из остывающего стекла готовые изделия. Это особенно заманчиво, потому что таким образом можно получать линзы, не прикасаясь к их поверхности. На Земле они обязательно подвергаются шлифовке и полировке, которые создают в поверхностном слое стекла целую сеть микроскопических трещин. Поэтому оптические свойства даже самых лучших земных линз далеки от идеальных.

Космос привлекает стеклоделов и другими преимуществами. Здесь не нужно будет бороться с возникающими под действием тяжести деформациями оптических изде-

лий, к тому же бестигельный способ позволит получать стекло из самых тугоплавких материалов, а окружающий вакуум энергично поглотит выделяющиеся в процессе плавки вредные газы. Кстати, с газами связана и самая большая трудность в производстве стекла на орбите. В отсутствие силы Архимеда образующиеся в жидкости пузырьки не всплывают, и для удаления их из расплава приходится принимать специальные меры.

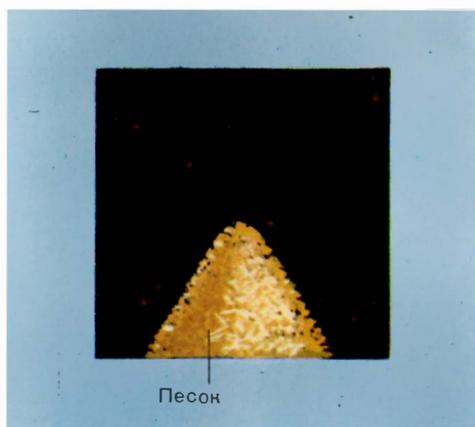
Первыми космическими стеклоделами стали члены экипажа орбитальной станции «Салют-6» В. Коваленок и А. Иванченков. На технологической установке «Сплав» они начали отрабатывать методику работы со стеклами. Во время совместного советско-чехословацкого полета космонавты варили стекло уже в другой установке — «Кристалл». Как и ожидалось, полученный материал был более однородным по химическому составу и содержал меньше оптических дефектов, чем аналогичные стекла, синтезированные в земных условиях.

Производство стекла на орбите делает пока первые шаги. Однако специалисты в этой области возлагают на космическую технологию большие надежды. В недалеком будущем они рассчитывают привозить из космоса сверхчистые стекла для волоконных световодов, высококачественных цветных светофильтров, так называемые фотохромные стекла, прозрачность которых зависит от освещения, специальные стекла для лазеров и электронной промышленности.

## ВКЛЮЧАЕМ «ТАВРИЮ»

Свою первую установку для разделения и очистки на орбите биологических и лекарственных веществ советские ученые доверили женщине. Вряд ли это была дань традиции, только мужчин среди фармакологов действительно встретить не часто. Светлана Савицкая

На Земле



В невесомости

*В невесомости и на Земле:  
свободное парение.*

была по-настоящему увлечена экспериментом «Таврия». Об этом она не раз говорила и с борта «Салюта-7», и по возвращении из космоса. Прежде всего ее привлекали гуманитарные цели этой работы, перспективы, открываемые ею перед практической медициной.

Таврия — так народы, в древности населявшие Крым, называли свою землю. Здесь в Симферополе в лабораториях Крымского медицинского института были разработаны теоретические предпосылки опытов по электрофорезу в невесомости.

Сам метод электрофореза из-

вестен давно. Уже более ста лет с его помощью очищают воду и различные органические вещества, разделяют вирусы и бактерии... Положенный в основу этого способа принцип довольно прост: взвешенные в жидкости различные частицы движутся под действием приложенного к ней электрического поля. Предварительно на их поверхности образуется электрический заряд, величина и знак которого определяют, куда и как им двигаться — быстро или медленно, к положительному или отрицательному электроду.

Если жидкая смесь свободно течет между разноименными полюсами, плавающие в ней частицы притягиваются к ним и, отклоняясь от направления основного потока, образуют в общей массе отдельные струи. Каждая из них содержит частицы только одного определенного вида, что и является целью всей операции.

Однако в обычных условиях электрофорез в значительной степени осложняется уже известными нам помехами — оседанием частиц под действием силы тяжести и конвекцией. Последняя особенно заметно вмешивается в течение процесса при росте напряжения на электродах или при попытках увеличить размеры рабочего пространства установки с целью повышения ее производительности. При этом увеличивается протекающий через раствор электрический ток, что в свою очередь вызывает усиление неравномерного нагрева жидкости. По-разному нагретые слои отличаются и различной плотностью. В жидкости возникают интенсивные конвективные вихри, которые и сбивают расходящиеся частицы «с пути истинного». Вот почему ученые стремятся разместить свои приборы для электрофореза в невесомости — на космических кораблях и орбитальных станциях. Использование в космосе этого метода обещает намного увеличить чистоту получаемых веществ и в сотни раз

поднять производительность процесса. Так, на орбите уже получен белок альбумин, более чистый, чем произведенный в наземных условиях.

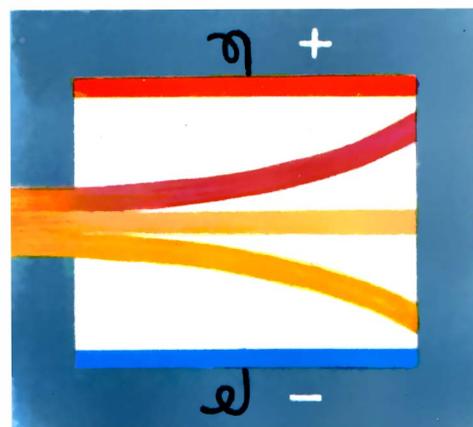
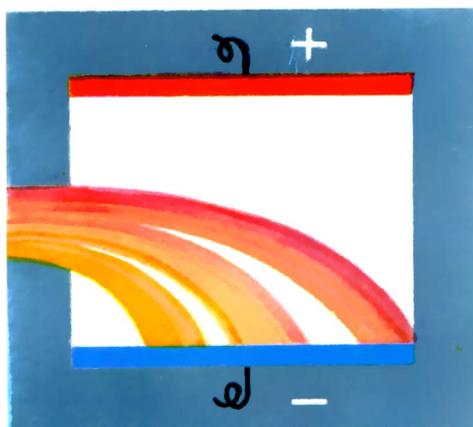
Для экспериментов на электрофоретической установке «Таврия» в космос доставляли клетки крови, костного мозга, селезенки, различные белки, другие сложные биологические смеси. Уже первые исследования на «Салюте-7» дали многообещающие результаты. Так, вещества, казалось бы, до предела очищенные на земле, на орбите разделились еще на пять фракций, отличных по составу и свойствам.

На установке «Таврия» проверялись использованные при ее создании конструктивные принципы, определялась эффективность различных методик работы, то есть закладывались основы проведения электрофореза в невесомости. Для этого все процессы фиксировались на фото- и видеопленку, строго контролировались космонавтами. И все же, несмотря на исследовательский характер работы, от экспериментальной установки была получена и практическая польза.

Важный заказ выполнили на «Таврии» космонавты В. Ляхов и А. Александров. Специалисты Ленинградского института имени Пастера получили от них порцию уникального сверхчистого гемагглютинина. Этот белок входит в состав поверхностной оболочки вируса гриппа, и именно на него реагируют клетки крови человека, ответственные за его защиту от инфекции.

Из гемагглютинина производят и противогриппозные вакцины для детей и взрослых. Первое и основное требование к любому медицинскому препарату — его чистота. Вакцина для прививок должна содержать только то действующее начало, которое стимулирует мобилизацию защитных сил организма против данного заболевания. Любая, даже самая незаметная примесь может вызвать нежелательную реакцию, осложняющую лече-

На Земле

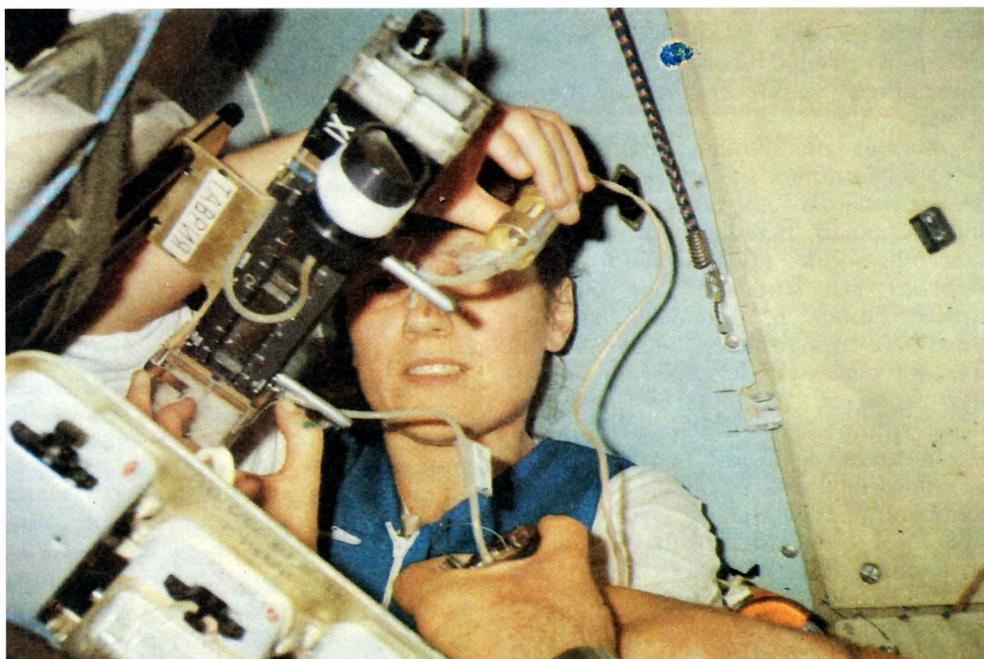


В невесомости

*В невесомости и на Земле:  
электрофорез.*

ние. По этой причине вакцины, как и любое другое лекарство, должны быть максимально очищенными от ненужного «балласта».

Именно такой, в сотни раз более чистый, чем обычно, гемагглютинин и доставили на Землю космонавты. Всего около 35 миллиграммов. «Казалось бы, очень немного, — рассказывал после полета доктор медицинских наук Ф. Носков. — Но мы довольны таким результатом, поскольку даже этого количества вполне достаточно для того, чтобы наши лаборатории были обеспечены материалом для исследований в течение многих месяцев.



*Космонавт С. Савицкая с установкой «Таврия» на борту орбитальной станции «Салют-7».*

Ведь такой суперочищенный белок — это, по существу, эталон, отечественный стандарт, с которым теперь мы можем сравнивать все получаемые вакцины. А нам важно знать, сколько такого белка содержится в каждой вакцине, от этого зависит ее эффективность. Если его будет меньше определенного уровня, она не сможет защитить организм. Пока такой учет — процедура весьма трудоемкая и не всегда надежная».

Кроме стандартизации вакцин, полученный в космосе белок рассчитывают использовать и для определения вида появляющихся время от времени новых вирусов гриппа. Заблаговременно распознать врага, можно успеть провести массовые прививки и не допустить развития надвигающейся эпидемии.

Нежелательные побочные свойства другого лечебно-профилактического препарата также вынудили его создателей из Института биоорганической химии имени

М. М. Шемякина обратиться за помощью к космонавтам. Еще раньше, «подсадив» в живую клетку посторонний ген, ученые заставили ее производить нужный им целебный белок. Но в процессе жизнедеятельности клетка вырабатывает и сотни других белков. Попадая вместе с лекарством в организм, они могут вызвать тяжелые аллергические реакции. Чтобы этого не произошло, белок, полученный методом генной инженерии, необходимо было полностью очистить от примесей. На Земле этого сделать не удавалось, так что появление «Таврии» и в этом случае оказалось весьма своевременным.

В развитии космических методов «сортировки» заинтересованы, естественно, не только медики. Возможности электрофореза в невесомости привлекают, например, специалистов сельского хозяйства. Они подготовили для «Таврии» свой эксперимент. Его целью было выделение наиболее продуктивных

микроорганизмов, которые производят кормовые антибиотики. Включая эти ценные вещества в рацион скота и птицы, можно на 10—20 процентов увеличить их прибавку в весе.

Может показаться, что очистка и производство лекарств на орбите — слишком дорогое удовольствие. Однако пример того же геммагглютинина убедительно опровергает это мнение. Для очистки этого белка в обычных земных условиях приходится использовать весьма сложную и дорогую технику. Процесс получается длительным, трудоемким и обходится весьма недешево. Один грамм произведенного таким образом препарата стоит сотни тысяч рублей. Так что космические промышленные установки типа «Таврия» могут даже удешевить технологию. Американские специалисты, например, подсчитали, что производство в космосе фермента урокиназы — вещества, хорошо растворяющего тромбы, — может быть в несколько раз дешевле, чем получение этого лекарства на наземных фармацевтических предприятиях.

Извлечение нужного продукта из сложной смеси в земных условиях часто сопровождается большими потерями. А если исходная смесь, как это нередко бывает, и сама ценится на вес золота, стоимость выделенного из нее вещества тоже оказывается непомерно высокой. В невесомости же выделение нужных фракций идет почти без потерь. Так что если суперчистого препарата требуется не очень много, даже большие затраты на его производство в космосе могут оказаться вполне оправданными.

### СЕКРЕТ ФИРМЫ

...В отличие от других членов экипажа американского космического корабля «Дискавери», Чарльз Уолкер спал в наушниках. Провод от них тянулся к работающей ря-

дом установке для электрофореза. Идущий там процесс нельзя было прерывать в течение ста часов, и все это время «прикрепленный» астронавт обязан был находиться поблизости. В случае каких-либо неполадок поданный через наушники аварийный сигнал будил Чарльза, и он или немедленно устранял неисправность, или брал управление установкой на себя.

Что «варит» Уолкер в своей «кастрюле», не знал никто. Фирма, сотрудником которой он являлся, держала это в секрете. Сообщалось только, что полученный на орбите сверхчистый гормон должен впоследствии поступить в продажу и оказаться «чрезвычайно полезным в качестве медицинского препарата для миллионов людей». Заботясь о рекламе, фирма не скрывала своих расходов — 80 тысяч долларов только за участие своего специалиста в полете. Но тут же успокаивала держателей акций, обещая им после внедрения препарата в лечебную практику огромные прибыли.

### ЧТОБЫ НЕФТЬ БЫЛА ДЕШЕВЛЕ

Задание было настолько простым, что с ним как-то не очень вязалось солидное слово — эксперимент. Космонавт должен был достать из укладки три резиновых мешочка, снять разделяющие их надвое зажимы и как следует размять мешочки в руках. При этом порошок, находящийся в одной половине эластичной оболочки, смешивался с водой, налитой в другую, и образовывалась густая, медленно твердеющая масса. Затем мешочки помещались в цилиндрические пластмассовые пеналы и в таком виде возвращались на Землю.

Вот и все. И тем не менее об этих несложных манипуляциях сочли нужным упомянуть в информации ТАСС из Центра управления полетом, опубликованной на сле-

дующий день во всех центральных газетах. Сообщалось, что 20 июля 1984 года на борту «Салюта-7» был проведен эксперимент «Тампонаж», целью которого являлось «получение в невесомости герметизирующих смесей из различных модельных материалов». А далее говорилось о том, чего ждут от эксперимента специалисты: «Сравнительный анализ образцов, полученных на Земле, и в условиях микрогравитации позволит полнее изучить механизмы затвердевания тампонажных смесей, применяемых для герметизации нефтяных и газовых скважин».

Поясним, о чем идет речь. Углубляясь в недра земли, буровой инструмент нарушает целостность залегаемых там пластов, разрушает слагающие их породы. Для укрепления стенок готовой скважины в нее опускают колонну свинченных между собой обсадных труб и простреливают ее в том месте, где она проходит через нефтяной пласт. Через проделанные таким образом отверстия нефть и поступает внутрь колонны, а по ней и на поверхность. Однако при опускании стальной колонны между нею и стенками скважины остаются заметные щели. По ним из потревоженных буром выше- и нижележащих горизонтов в нефтяной пласт может проникнуть вода, которая вытеснит нефть и выведет скважину из строя. Чтобы этого не произошло, затрубное пространство заполняют смесью специального цемента с водой. Эта операция и называется тампонажем.

Если бы тампонажный цемент превращался потом в сплошной каменный монолит, все было бы хорошо. Но на практике затвердевший раствор оказывается буквально пронизанным густой сетью мелких каналов. О вреде, который может принести просачивающаяся по ним вода, уже говорилось. Но существует и другая опасность. Через эти пустоты на поверхность могут проникнуть ядовитые газы, они же,

смешанные с подземной водой, интенсивно разъедают и сам цемент и металл обсадных труб, вынуждая промысловиков тратить огромные дополнительные средства на ремонт скважин.

Какие же процессы образуют в цементе многочисленные ходы? На этот счет не было единого мнения. Однако самые серьезные подозрения падали на гравитацию. Гипотетический механизм образования каналов под действием силы тяжести выглядел так: взвешенные в растворе твердые частички оседают вниз, создавая встречные потоки жидкости, которая раздвигает густеющую массу и образует в ней не заполненное цементом пространство. Основываясь на этой теории, предлагали и меры борьбы с вредным явлением. Советовали добавлять в воду, используемую для приготовления тампонажной смеси, специальные соли. Они должны были повысить плотность жидкости так, чтобы сделать ее близкой к плотности содержащихся в ней твердых частиц. Тогда им будет безразлично, где находиться, и они останутся неподвижными.

Предложенный способ был недешев, поэтому до его внедрения следовало убедиться в справедливости теории. Проще всего это было сделать, проведя эксперимент в невесомости. Выполнить его и поручили космонавтам.

Одновременно с работой на орбите аналогичный опыт был проведен на Земле. Здесь пеналы с такими же смесями, имитирующими тампонажный раствор, поставили вертикально, предоставив твердым частицам оседать вниз под действием силы тяжести.

Сравнение образцов, отвердевших на Земле и в космосе, удивило ученых. Оказалось, что гравитационные силы вовсе не играют главной роли в образовании фильтрационных каналов. Пришлось срочно пересматривать и тактику борьбы с ними. Так жители орбиты помогли специалистам еще одной, казалось

бы, такой далекой от космонавтики отрасли народного хозяйства.

Примерно в то же самое время, когда готовился эксперимент «Тампонаж», одно из американских космических учреждений также заинтересовалось цементом. Правда, цементом необычным. Его собирались готовить из... лунного грунта. Как считают специалисты, лунные породы по своему составу вполне подходят для этой цели. Не смущает их и отсутствие воды на Луне. Кислород в связанном виде в больших количествах содержится в том же грунте, а водород можно доставить с Земли. Останется смешать эти два газа — вот вам и вода. А когда производство лунного бетона будет налажено, из него начнут возводить в космосе разнообразные большие конструкции. Вот такой проект.

Тем, кто когда-нибудь займется воплощением его в жизнь, обязательно придется вспомнить об эксперименте «Тампонаж». Ведь именно этот скромный опыт впервые выявил многие черты поведения в невесомости твердеющих смесей. И без учета этих особенностей будущим космическим зодчим не обойтись.

### ОЛИМПИЙСКИЙ МИШКА — КОСМОНАВТ

Символом Московской Олимпиады, ее эмблемой стал симпатичный веселый медвежонок. В те дни его изображения можно было встретить повсюду, даже... в космосе. Экипаж «Салюта-6» отлил смешную фигурку из доставленной на орбиту жидкой пластмассы.

Однако первый опыт закончился неудачно — игрушка получилась без ушей. Специалисты разобрались в причинах неполного заполнения формы и с очередным грузовым кораблем прислали космонавтам новую порцию твердеющей смеси. На этот раз процесс отливки прошел более гладко. В этом могли

убедиться и многочисленные телезрители, наблюдавшие его на своих экранах.

Конечно, экипажу было лестно иметь в своем составе столь популярную личность. Но трудились Л. Попов и В. Рюмин не ради забавы. Как сообщали из Центра управления полетом, целью этого эксперимента была «отработка метода получения элементов конструкций из пенополиуретана в условиях космического пространства». Так что не исключено, что олимпийский мишка дал путевку в жизнь принципиально новому способу орбитального строительства.

### ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОСВАРКИ ПРОДОЛЖАЕТ РАБОТУ

Сотрудники Института электросварки имени Е. Патона давали указания космонавтам: «Используйте первый тигель и новый катодный узел. На второй блок тоже поставьте катодник и тигель — сегодня будем «пылить» фольгу». В те дни Л. Попов и В. Рюмин настраивали на орбитальной станции «Салют-6» установку «Испаритель», предназначенную для напыления металлов на различные поверхности.

Подобные технологические процессы широко используются в промышленности. В вакуумных камерах на различные детали наносятся покрытия, защищающие их от коррозии, высоких температур, повышающие прочность и долговечность. Прочные и стойкие к разнообразным воздействиям пленки увеличивают работоспособность лопаток газовых турбин, продляют жизнь другого важного оборудования.

Но это на Земле. А в космосе? Как поведут себя там жидкие металлы и их пары? Трудно было дать определенный ответ на этот вопрос. Правда, некоторый опыт напыления металлических покрытий у космонавтов уже был. Еще на «Салюте-4» А. Губарев и Г. Гречко восстановили

таким образом потускневшее после долгой службы в космосе зеркало орбитального солнечного телескопа. Пропустив через вольфрамую нить электрический ток, они расплавили и испарили небольшой алюминиевый шарик, и осевшие пары серебристого металла вернули зеркалу блеск, а телескопу — былую зоркость.

Успех этого уникального эксперимента требовал продолжения исследований теперь уже со специальным оборудованием. Первые испытания в космосе «Испаритель» проходил тоже на «Салюте-6», но во время предыдущего пилотируемого полета. Из шлюзовой камеры, где размещалась установка, космонавты В. Ляхов и В. Рюмин извлекли тогда более двух десятков образцов. Но самое главное — установка работала, как было задумано. Расплавленный металл не выплескивался из открытых тиглей, пары его образовывали на различных подложках зеркальную поверхность, не уступающую по качеству полученной в лаборатории.

К тому времени, когда новый экипаж прибыл на станцию, «Салют-6» летал уже третий год. Для многих приборов этот срок давно превзошел гарантийный. Не был рассчитан на столь длительную эксплуатацию и «Испаритель». Чтобы использовать установку снова, нужно было заменить блоки с электронными пушками, испаряющими металл, отрегулировать и настроить всю установку.

Конечно, В. Рюмин был уже неплохо знаком с нею по предыдущему полету. Но справится ли экипаж с такой сложной работой? Ведь и на Земле ее поручают лишь высококвалифицированным «узким» специалистам.

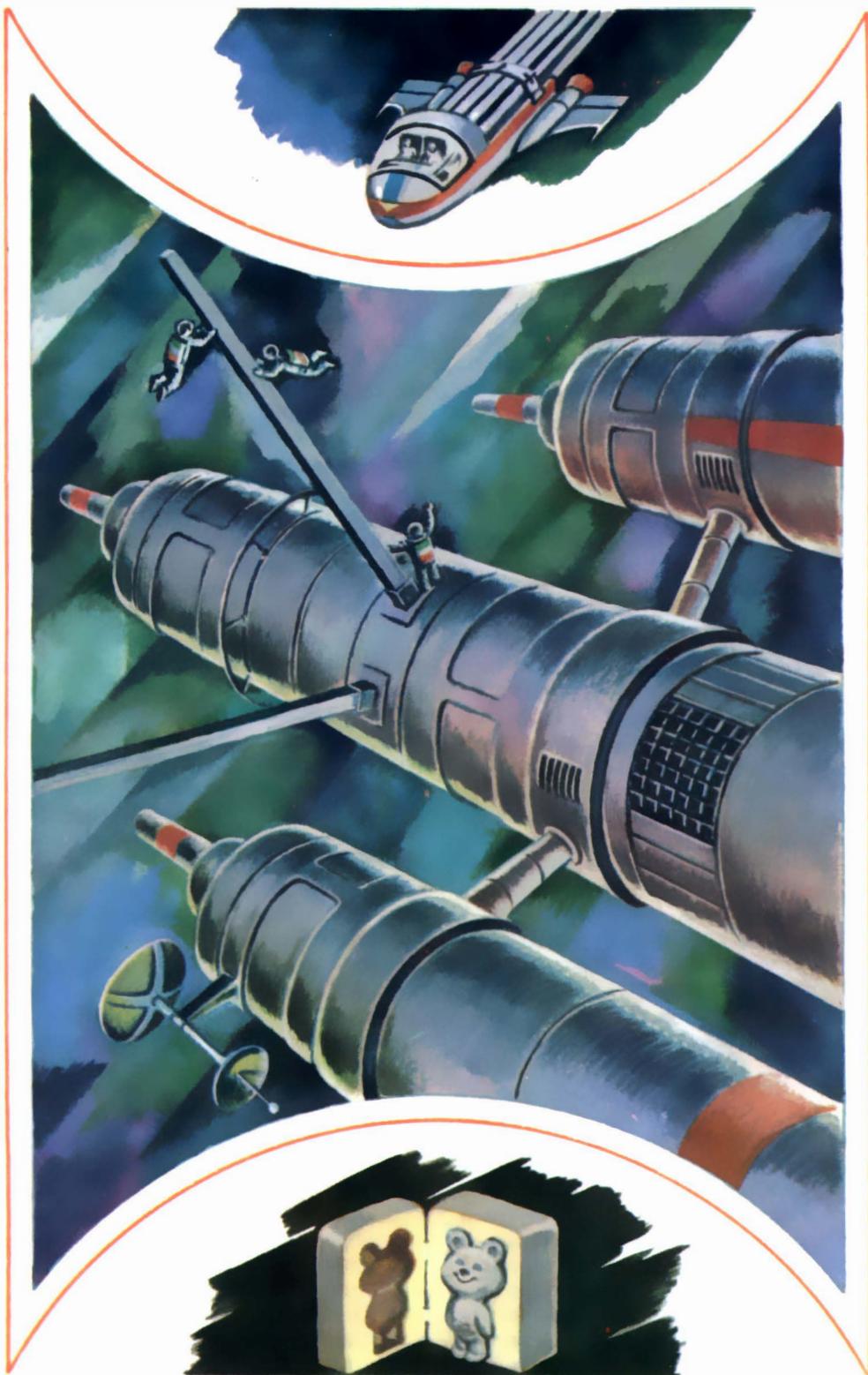
И все же решили попробовать. «Прогресс-9» доставил на станцию необходимые детали и материалы. Космонавты отлично выполнили задание. Руководитель лаборатории Института электросварки В. Лапчинский не скрывал восхищения: «Эки-

паж превзошел все наши ожидания. Мы еще раз убедились, что космонавтам можно поручать самые сложные операции».

Уже в ходе первых испытаний «Испарителя» исследователи встретились с неожиданностями.казалось, невесомость не должна существенно влиять на испарение и конденсацию металлов в вакууме. Однако среди полученных образцов оказались пленки с необычными свойствами. Наиболее отчетливо эти особенности проявились на самых толстых образцах. Пленки, которые на Земле с увеличением толщины теряли гладкость и блеск, в космосе продолжали сверкать, как зеркало. Подстерегали неожиданности и Попова с Рюминым: внешний вид некоторых образцов менялся у них всего лишь за сутки. Столь быстрого старения пленок до сих пор никому видеть не приходилось.

От экипажа ждали не только ответов на теоретические вопросы. Л. Попов и В. Рюмин впервые «напылили» на орбите тонкую металлическую фольгу. Причем не только плоскую, но и гофрированную, обладающую при малой толщине повышенной жесткостью. В будущем аналогичные материалы могут понадобиться не только для нужд земной промышленности, но и для создания в космосе крупногабаритных конструкций. Огромные отражатели из блестящей металлической пленки будут собирать на орбите энергию Солнца и перебрасывать ее на Землю, свет грандиозных зеркал удлинит день в городах и на полях, колоссальные чаши космических радиотелескопов услышат голоса далеких галактик...

Чем дальше находится в полете космический корабль или орбитальная станция, тем больше следов оставляет космос на их внешних покровах. Микрометеориты, коротковолновое излучение Солнца, резкие и частые смены температур, глубокий вакуум постепенно разрушают внешние поверхности. Вот что



увидел космонавт В. Лебедев, когда, распахнув люк станции, вышел в открытый космос: «Эталон» — набор пластин с разными оптическими покрытиями в виде шахматного поля. В квадрате А1 — покрытие чистое белое, в В1 — по диагонали коричневое покрытие наполовину отлетело, в квадрате Б5 — пятно, как расплав от солнца; на В5 — примерно две трети покрытия отлетело, в квадрате В2 — покрытие покособило, оно горчичного цвета — может, такое и было, — а в Б2 много мелких пупырышков, такое впечатление, как будто нагрелась поверхность и «отгазило».

Сейчас, когда продолжительность полетов космических аппаратов измеряется уже не месяцами, а годами, необходимость ремонта наружных покрытий становится все более настоятельной. Помочь в этом и должны установки типа «Испарителя». Но для этого они должны быть переносными, легко управляемыми и, по возможности, универсальными. Именно такой инструмент и создали в Киевском институте электросварки ко второму космическому полету Светланы Савицкой.

Впервые женщина вышла в открытый космос, где вместе с В. Джанибековым испытала новую установку. С помощью ручного двустольного «пистолета», в один из стволов которого была вмонтирована мощная электронная пушка, а в другой — тигель с жидким серебром, космонавты провели сварку, резку и пайку металлических образцов, закрепленных на специальных планшетах, а затем «напылили» серебряное покрытие на алюминиевую пластину. «Как кисточкой! Одно удовольствие!» — прокомментировал свою работу любящий рисовать В. Джанибеков.

В приветствии космонавтам директор Института электросварки

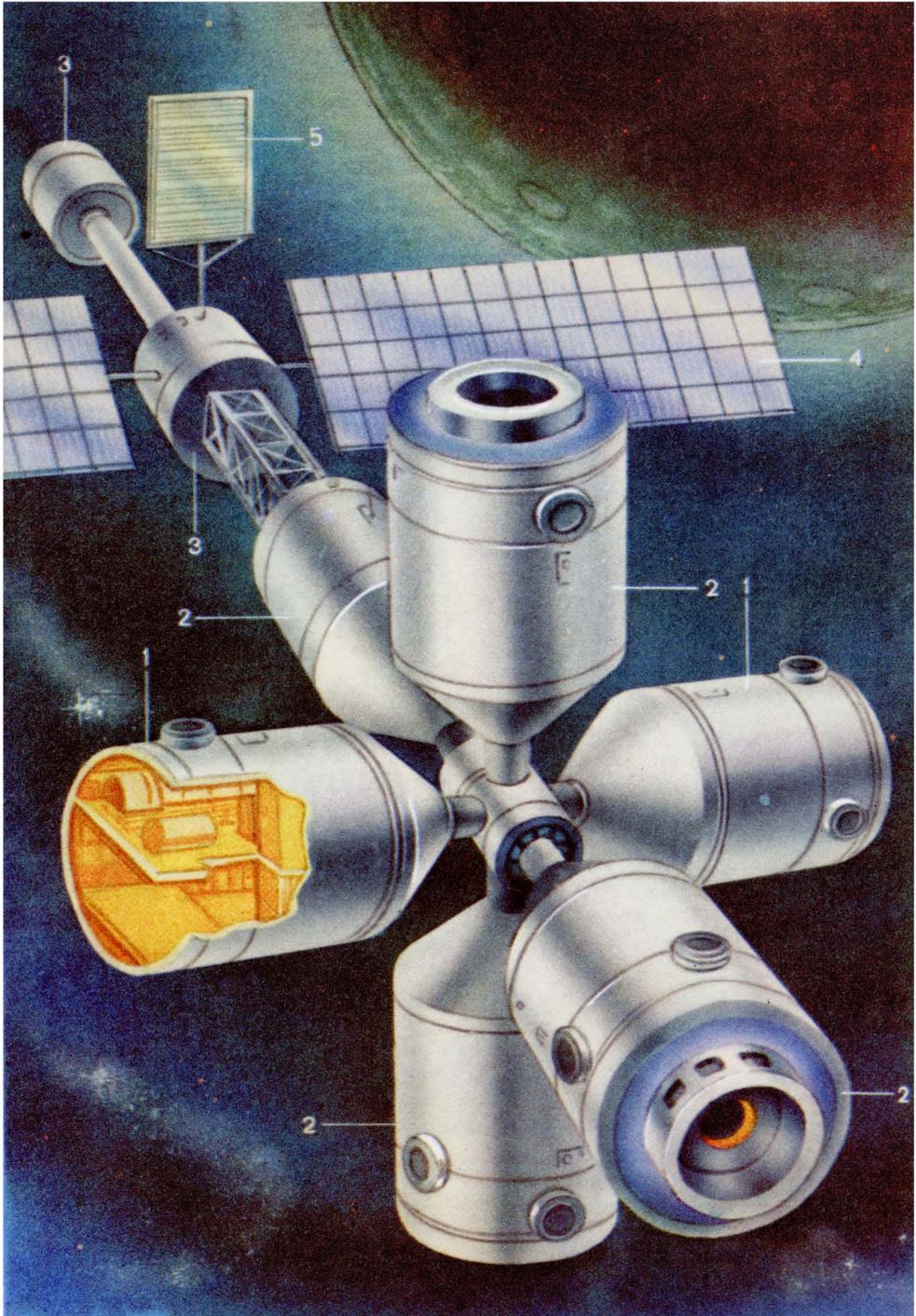
академик Б. Патон подчеркнул, что успешное выполнение нового технологического эксперимента «делает реальностью создание в перспективе в космосе больших конструкций, заводов и лабораторий».

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЛИ ИСКУССТВО?

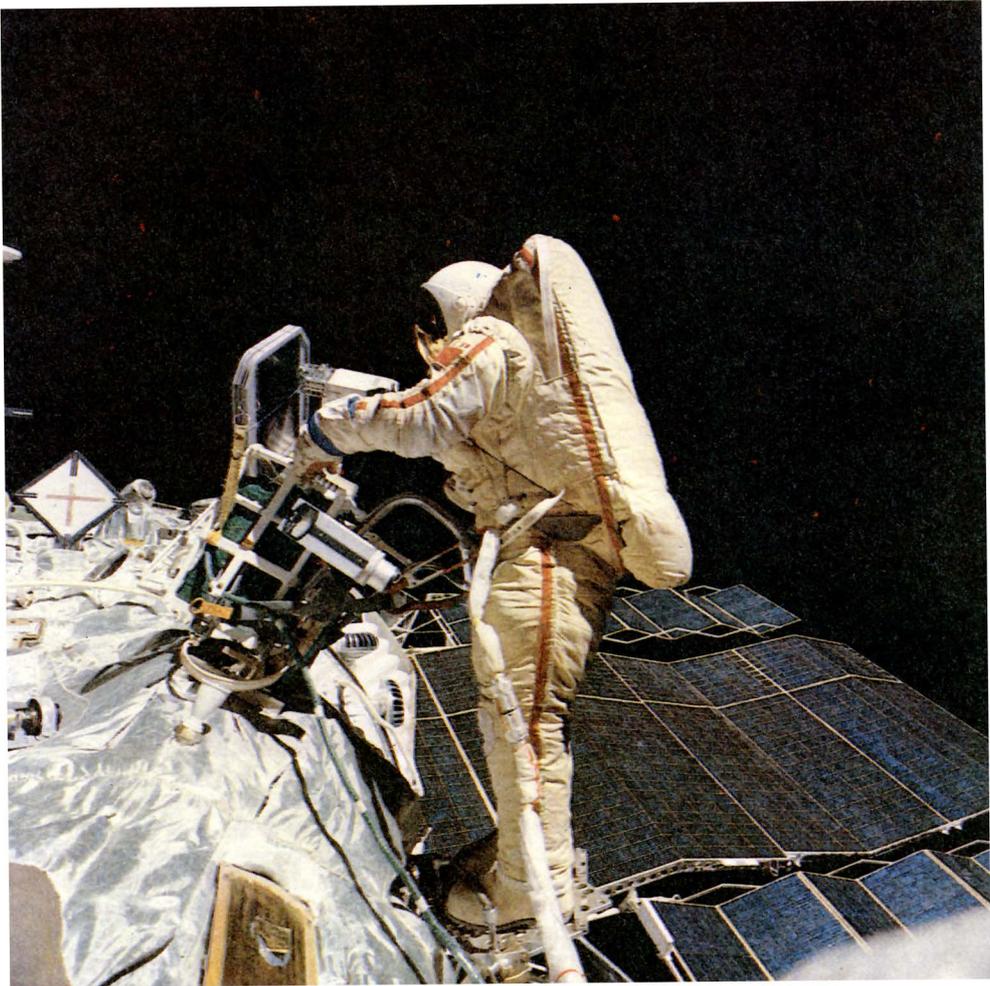
Что делают космонавты в свободное время? Любуются Землей, слушают музыку, воспроизводят на телеэкране развлекательные видеопрограммы. Некоторые рисуют, а во время полета «Салюта-6» с орбиты слышались иногда и гитарные переборы: А. Иванченков и в космосе не расставался с любимым инструментом.

А вот заняться в невесомости скульптурой никому еще в голову не приходило. Так что экипаж американского корабля «Челенджер» с полным правом мог считать себя пионером в этом виде «космического» искусства. Правда, сам скульптор, Д. Макшейн, оставался на Земле. Но он попросил астронавтов захватить в полет восемь стеклянных шаров и в космосе с помощью придуманного им оборудования нанести на них красивые металлические покрытия.

Как ни странно, но доставленная из космоса абстрактная скульптура вызвала большой интерес. Однако не у любителей пластического искусства, а у инженеров. Одну из промышленных фирм способ оригинального ваятеля натолкнул на мысль о производстве на орбите магнитной пленки для записи звука и изображения. Эксперты фирмы полагают, что космические невесомость и вакуум позволят получать продукцию, на которой можно будет записывать в 5—10 раз больше информации, чем на обычных «земных» пленках.



*Может быть, так будет выглядеть один из первых орбитальных заводов:  
 1 — жилые помещения; 2 — производственные «цеха»; 3 — энергетические  
 установки с системами жизнеобеспечения; 4 — панели солнечных батарей;  
 5 — радиатор для отвода в космос лишнего тепла.*



*Космонавт С. Савицкая испытывает в открытом космосе универсальный рабочий инструмент.*

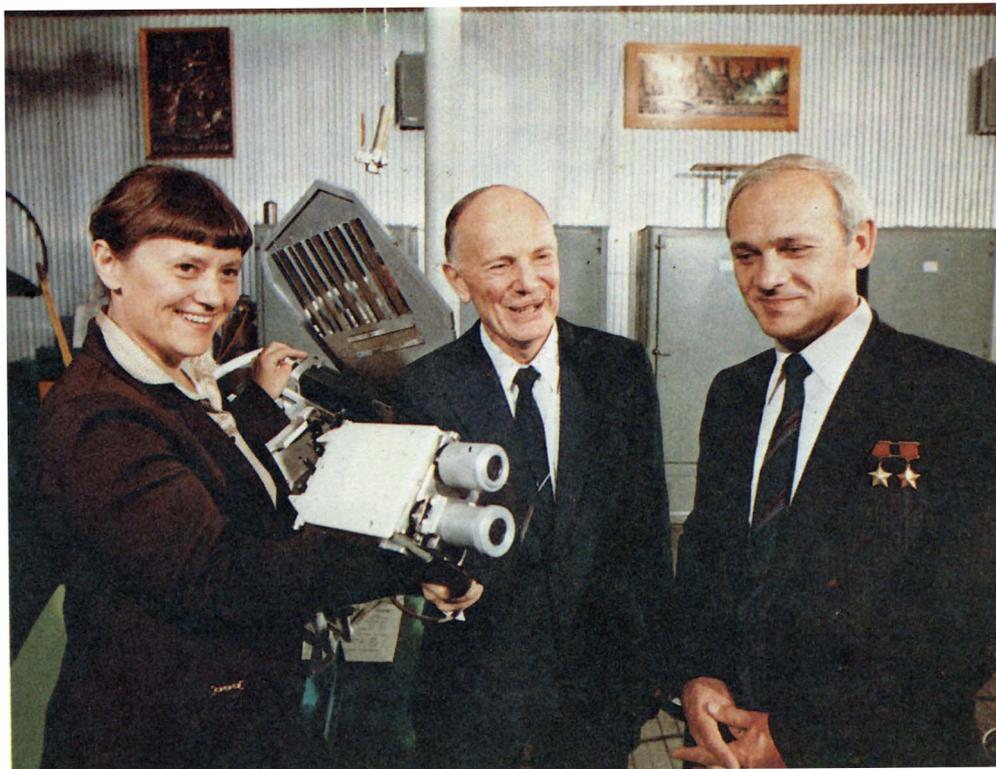
## ЗАГЛЯНЕМ В БУДУЩЕЕ

Когда в космос поднялся первый искусственный спутник Земли, за ним восторженно следили все. Газеты публиковали графики прохождения его над крупными городами, и люди были счастливы, когда им удавалось увидеть в небе быстро плывущую звездочку. С той поры минуло всего три десятилетия, а спутники уже замечают лишь случайно, хотя каждую минуту над нами пролетает один из них.

Могли ли мы тогда, в 50-е годы, думать, что все произойдет так

стремительно? Реальные свершения нередко обгоняли самые оптимистические прогнозы. Были и разочарования. Кое-что из того, что представлялось легкодостижимым, так и не осуществилось. И мѳжет быть, именно тогда многие футурологи — люди, сделавшие предсказание будущего своей профессией, — научились особой осторожности.

Немногие отваживаются предсказывать, как пойдет в дальнейшем освоение космоса. Есть, правда, отдельные смельчаки, такие, как, скажем, доктор физико-математических наук Л. Лесков, кото-



*Дважды Герои Советского Союза космонавты С. Савицкая и В. Джанибеков в Институте электросварки с дважды Героем Социалистического Труда академиком Б. Патоном.*

рый рискует заглядывать на тысячу лет вперед. Однако и он признает, что «наиболее уверенно прогнозируются первые три (из 12 намеченных им до 3000-го года) этапа, на реализацию которых потребуются примерно четверть века».

Тот же период, охватывающий последние десятилетия нашего века и начало следующего, чаще всего рассматривают и другие ученые. Это понятно: в сравнительно короткий отрезок времени последующее естественным образом вытекает из предыдущего, а намечаемое, как правило, является логическим продолжением уже достигнутого. И потому шансы ошибиться здесь не столь велики.

Что же ждет нас в ближайшие 20—30 лет? Основные направления исследования Земли из космоса, по-видимому, останутся прежними. Но при этом резко возрастут регу-

лярность и точность спутниковых измерений, устанавливаемые на космических аппаратах приборы станут более чувствительными и совершенными, появятся новые методы наблюдений и обработки информации.

Космическую метеорологию, например, по мнению директора Института оптики атмосферы Сибирского отделения АН СССР академика В. Зуева, продвинут вперед новые приборы: «Очень многого,— пишет он,— мы ждем от лазерного зондирования атмосферы непосредственно с космических бортов. Когда сумеем оперативно получать нужные нам данные о состоянии атмосферы на всех широтах, долготах и высотах одновременно, тогда наступит революция в прогнозировании погоды. Краткосрочные прогнозы станут высокоточными. А долгосрочные — более надежны-

ми. Одновременно с этим решается другая задача — оперативное зондирование из космоса загрязненности атмосферы, морей, океанов. Это две глобальные общечеловеческие проблемы. Рискну предположить, что в ближайшие десятилетия мы продвинемся в этом направлении далеко вперед: вся информация будет выдаваться из космоса».

Интересные предложения рассматриваются и в области космической геологии. Не исключено, например, что с орбит будут вестись и прямые поиски месторождений полезных ископаемых. Некоторые подземные кладовые могут выдавать растения. Оказывается, деревья, растущие над залежами высококонцентрированных руд, заметно отстают в своем развитии. Их листва весной позже достигает зрелости и раньше увядает осенью. Это отражается на характере инфракрасного отражения соответствующих участков леса и может быть замечено со спутников.

Навигационные космические аппараты образуют на орбитах национальные и международные глобальные системы, обеспечивающие в любое время суток точное определение координат каждого судна, какой бы стране оно ни принадлежало и в каком бы районе Мирового океана ни находилось.

Значительно расширится перечень услуг, предоставляемых спутниками связи. С увеличением размеров космических антенн и мощности бортовых передатчиков резко возрастут потоки информации, передаваемой через космос. На этой основе будут создаваться многоотраслевые международные библиотеки, сеть которых впоследствии образует глобальный банк научно-технической информации. Пользуясь его фондами, инженеры в разных странах смогут быстро получать сведения, необходимые для проектирования новых машин и приборов, а ученые — оперативно обмениваться научными идеями.

Появится возможность пользо-

ваться и индивидуальными радиотелефонами. Портативный карманный аппарат без промедления свяжет вас с абонентом, живущим в любой точке земного шара. Через спутники связи можно будет объединить в единую сеть крупные ЭВМ в различных государствах и таким образом полностью удовлетворить потребности всех нуждающихся в услугах самой совершенной вычислительной техники.

Спутники телевизионного вещания нового поколения помогут наладить широкий международный обмен культурными ценностями, перестроят систему образования. С их помощью можно будет организовать вещание общеобразовательных программ прямо на бытовые телевизионные приемники без промежуточных радиорелейных станций.

Уже сейчас некоторые спутники успешно совмещают разные специальности. Например, космические аппараты «Метеор — Природа» занимаются съемкой Земли не только для получения метеорологической информации, но и для исследования природных ресурсов. По-видимому, эта тенденция будет сохраняться и в дальнейшем. К такому расширению круга задач, решаемых орбитальной техникой, призывает академик В. Авдуевский. «Мне представляются,— говорит он,— далеко не исчерпанными направлениями нашей сегодняшней космической деятельности... Например, в достаточной ли мере используем мы связные спутники? Думаю, они располагают еще многими нераскрытыми возможностями, над которыми стоит подумать специалистам различного профиля. Скажем, биологам. Такая мысль парадоксальна лишь на первый взгляд. Радиоволны могут переносить сигналы от миниатюрных передатчиков, укрепленных на диких животных, птицах. Это позволит следить за миграцией обитателей планеты. А если установить передатчики в различных районах земной поверх-

ности и снабдить их датчиками, фиксирующими надвигающиеся землетрясения, обвалы, сели, движение ледников, температуру и влажность, то возможности космической службы Земли будет трудно переоценить».

Другие специалисты, напротив, отдают предпочтение узкоспециализированным космическим объектам. Председатель Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды Ю. Израэль, например, считает, что «в будущем появятся орбитальные модули, предназначенные специально для отработки методов космического мониторинга, а в последующем и для регулярного слежения за состоянием биосферы. Такой модуль, видимо, должен быть оснащен не только разнообразными средствами наблюдения и обработки получаемых данных, но и системой жизнеобеспечения. Это позволит осуществлять работу системы не только в автоматизированном режиме, но и с участием космонавтов-ученых».

Аналогичной точки зрения придерживается и доктор технических наук космонавт К. Феоктистов. Он не раз говорил о входящих в состав орбитальных комплексов специализированных астрофизических, биологических и технологических модулях. Первые шаги к их созданию уже сделаны. Вспомним хотя бы биологические спутники серии «Космос», орбитальную обсерваторию «Астрон», первый в мире автоматический аппарат для исследований по космическому материаловедению — советский спутник «Космос-1645».

Кстати, и советские и иностранные специалисты во всех планах дальнейшего освоения космоса на первое место ставят именно промышленное производство улучшенных и новых материалов. Л. Лесков, скажем, считает, что опытно-промышленная стадия индустриализации космоса завершится уже к 1990 году, а в следующем десяти-

летию над Землей будут летать целые заводы. Предпочтение космической технологии отдается еще по одной причине: удалив вредное производство за пределы планеты, можно будет кардинально решить и проблему охраны природы.

Широкое освоение и использование космоса для земных нужд возможно только в условиях мирного сосуществования. Ведь оно потребует объединения усилий многих стран, подчас с различным социальным устройством. На XXXIII конгрессе Международной астронавтической федерации, проходящем под девизом «Космос в 2000-м году», о необходимости всемирного развития международного сотрудничества в ближайшие десятилетия говорили Председатель Совета «Интеркосмос» академик В. Котельников, Президент Национального центра космических исследований Франции Ю. Кюрьен, Генеральный директор Европейского космического агентства Э. Квистгаард, представитель Национального управления по авиации и исследованию космического пространства США И. Бики.

По оценке Ю. Кюрьена, в начале 80-х годов проблемами космонавтики непосредственно занимались во всем мире около миллиона человек. И с каждым годом число этих людей растет, пополняясь молодыми энтузиастами, стремящимися ускорить движение человечества к звездам. Когда-нибудь в их ряды могут влиться и некоторые читатели этой книги. Уже сегодня в вузах страны обучают «космическим» специальностям. Но с получением диплома о высшем образовании учеба выпускников этих институтов не кончается. Хорошо сказала об этом в беседе со студентами космонавт С. Савицкая: «В МАИ учат всем положенным наукам, и это — начало космонавтской учебы. Но вот чему в нашем родном институте учат, я думаю, как нигде в другом месте, так это учиться. Космонавту это очень нужно. Всю жизнь».

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ЧАСТЬ I ВИЖУ ЗЕМЛЮ

5

И ГЛАЗ И ОБЪЕКТИВ	5
ЧЕМ ХУЖЕ, ТЕМ ЛУЧШЕ	10
ПАМЯТЬ ЗЕМЛИ	14
ПРОГНОЗЫ СБЫВАЮТСЯ	18
В СТЕПИ ПОД КУРГАНОМ	22
ЛЕТАЮЩИЕ АГРОНОМЫ	24
ЛЕСНОЙ ПАТРУЛЬ	32
ЛЕДНИКИ: ОТ СНИМКОВ К АТЛАСАМ	35
ОГНИ ГОРОДОВ	40
НАД ГОЛУБЫМИ ПРОСТОРАМИ	41
ЧТО ТАКОЕ «МОНИТОРИНГ»?	49
ОТ ПОГОДЫ ДО КЛИМАТА	58

### ЧАСТЬ II АЛЛО, СПУТНИК!

65

ЛУНА И «МОЛНИЯ»	65
АНТЕННА ВЫСОТОЙ 36 ТЫСЯЧ КИЛОМЕТРОВ	69
ГАЗЕТА К ЗАВТРАКУ	77
КАК ДЕЛА, МОРЯКИ?	78
КОСПАС — КОСМИЧЕСКИЙ СПАСАТЕЛЬ	81
ПО РУКОТВОРНЫМ ЗВЕЗДАМ	85
ИЗМЕРЯЕМ ЗЕМЛЮ	87
СПУТНИК? СДЕЛАЕМ САМИ	91

### ЧАСТЬ III «ИНДУСТРИЯ В ЭФИРЕ»

95

НЕВЕСОМОСТЬ: ВРАГ ИЛИ ДРУГ?	95
«ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ... К ДЕЛУ»	98
«СПЛАВ», «КРИСТАЛЛ» И ДРУГИЕ	101
КРИСТАЛЛЫ ИЗ КОСМОСА	103
МАТЕРИАЛЫ С «УСАМИ»	108
ПАРЯЩЕЕ СТЕКЛО	111
ВКЛЮЧАЕМ «ТАВРИЮ»	112
ЧТОБЫ НЕФТЬ БЫЛА ДЕШЕВЛЕ	116
ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОСВАРКИ ПРОДОЛЖАЕТ РАБОТУ	118

### ЗАГЛЯНЕМ В БУДУЩЕЕ

123

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	123
------------	-----

## К ЧИТАТЕЛЯМ

ОТЗЫВЫ ОБ ЭТОЙ КНИГЕ  
ПРОСИМ ПРИСЫЛАТЬ  
ПО АДРЕСУ:  
125047, МОСКВА,  
УЛ. ГОРЬКОГО, 43  
ДОМ ДЕТСКОЙ КНИГИ.

ДЛЯ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Юрий Вениаминович Колесников

## КОСМОС — ЗЕМЛЕ

Научно-художественная литература

Ответственные редакторы Л. А. Румянцева,  
Е. В. Ющенко  
Художественный редактор О. Г. Кондакова  
Технический редактор С. Г. Маркович  
Корректоры К. И. Каревская,  
Е. В. Куликова

ИБ 9821

Сдано в набор 26.01.87.  
Подписано к печати 04.08.87. А-05595.  
Формат 70×104<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать офсетная. Бум. офс. № 1.  
Шрифт журнально-рублиный. Печать офсетная. Усл.  
печ. л. 10,8. Усл. кр.-отт. 44,55. Уч.-изд. 11,02.  
Тираж 100 000 экз. Заказ № 1478. Цена 1 р. 10 к.  
Орден Трудового Красного Знамени и Дружбы народов  
издательство «Детская литература»  
Государственного комитета РСФСР  
по делам издательств, полиграфии  
и книжной торговли.  
103720, Москва, Центр, М. Черкасский пер., 1.  
Калининский ордена Трудового Красного Знамени  
полиграфкомбинат детской литературы  
им. 50-летия СССР Росглавополиграфпрома  
Госкомиздата РСФСР.  
170040, Калинин, проспект 50-летия Октября, 46.



**Колесников Ю. В.**

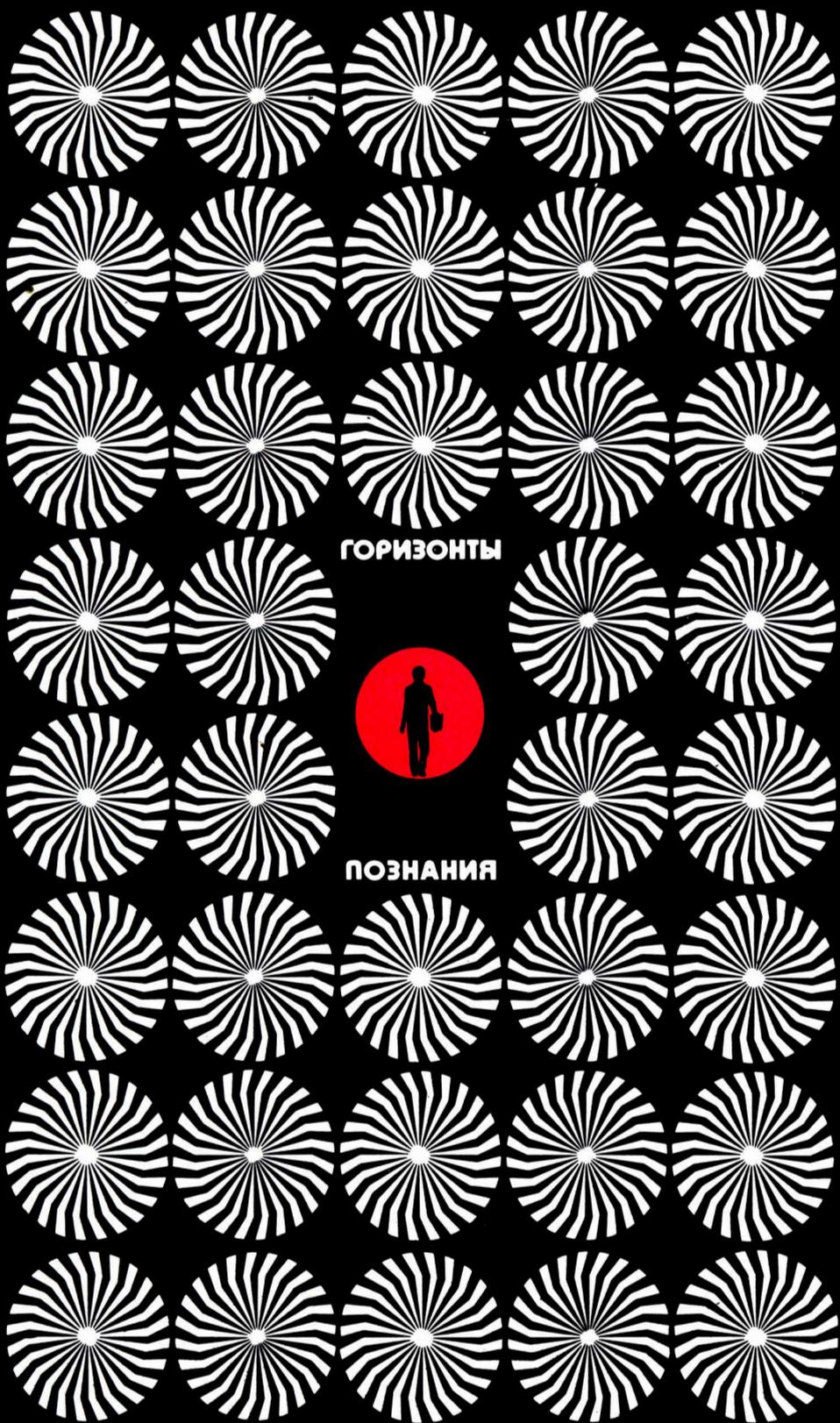
**К60** Космос — Земле: Научно-художественная литература/Рис. Б. Чупрыгина; Схемы В. Храмова, слайд на переплете А. Ключева.— М.: Дет. лит., 1987.—127 с., ил.— (Горизонты познания).

В пер.: 1 р. 10 к.

В книге рассказывается о том, как космонавтика служит людям, как многие науки и отрасли народного хозяйства с каждым днем все шире используют информацию из космоса, как космическая техника в недалеком будущем поможет решить энергетические проблемы, избавить планету от загрязняющих ее производств.

К 4802020000—451 078—87  
М101(03)87

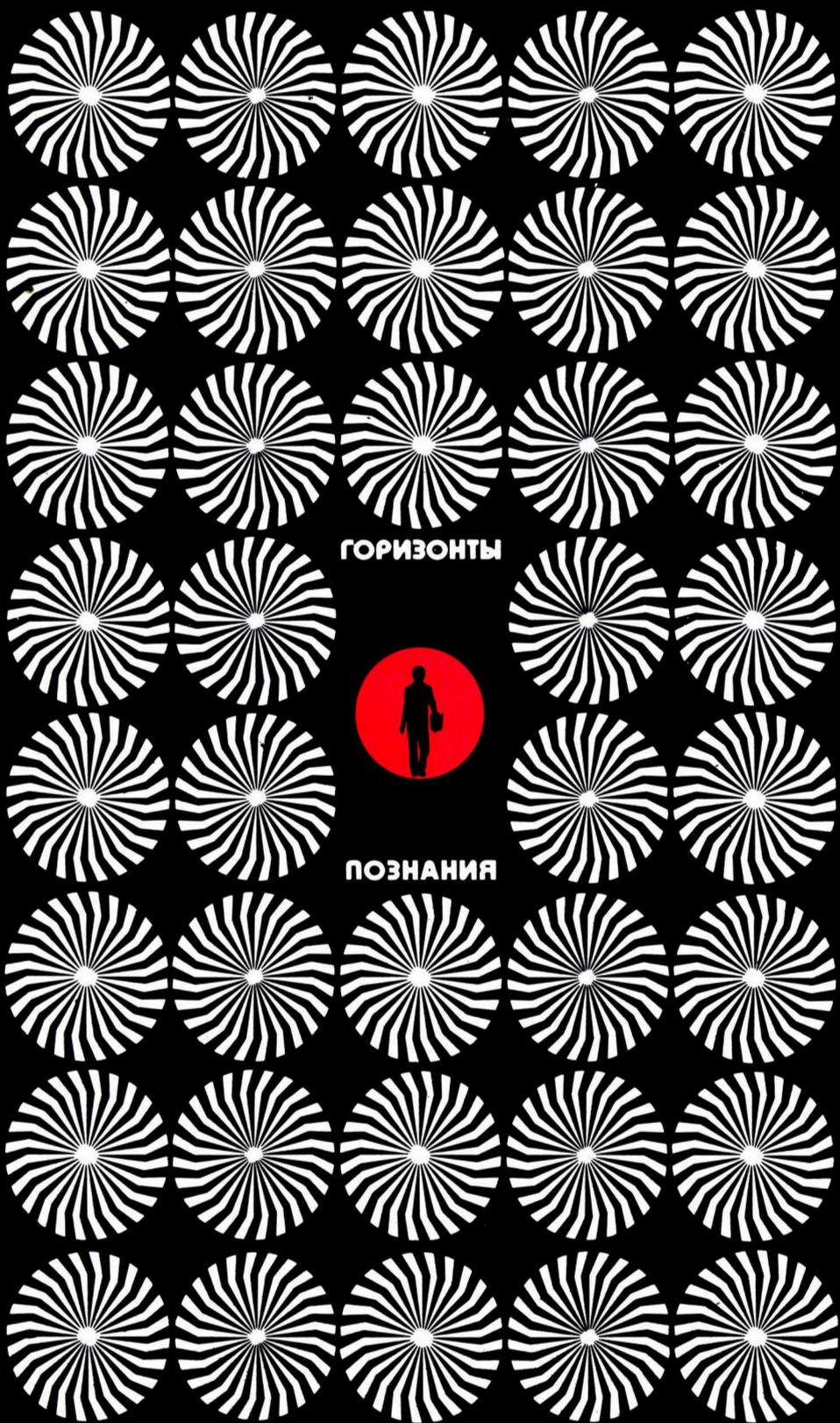
ББК 39.6  
676



ГОРИЗОНТЫ



ПОЗНАНИЯ



ГОРИЗОНТЫ



ПОЗНАНИЯ

**ГОРИЗОНТЫ**

**ПОЗНАНИЯ**



*Вещими оказались слова академика С. П. Королева, сказанные им в своеобразном «завещании» — последней статье, опубликованной за две недели до его безвременной кончины:*

*«Орбитальные полеты в околоземном космическом пространстве в дальнейшем могут быть с успехом и эффективно использованы при решении ряда задач для народного хозяйства».*

*В наши дни космонавтика решает многие практические задачи.*

*О том, как различные науки и отрасли народного хозяйства используют информацию из космоса, рассказывает эта книга.*

1 р. 10 к.

**Издательство  
«Детская  
литература»**