

2¹⁹⁷⁷

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

«Начинается второй год десятой пятилетки. И очень важно, чрезвычайно важно, чтобы с самого начала года, вот с этих январских дней все трудовые коллективы — и в городе, и на селе — работали ритмично, с полной отдачей.

Безусловное выполнение государственного плана, его количественных и качественных показателей, безусловное выполнение социалистических обязательств — это дело чести каждого коммуниста, каждого трудящегося.»

(Из речи Генерального секретаря ЦК КПСС товарища Л. И. Брежнева 18 января 1977 года на торжественном заседании, посвященном вручению городу-герою Туле медали «Золотая Звезда».)

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР
Основан в 1965 году
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука»
Москва

2 МАРТ
АПРЕЛЬ
1977

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

В номере:

12 апреля — День космонавтики	2
Л. С. Демин — Труд космонавта	4
А. А. Бачманов — Космический эксперимент «Радуга»	10
А. М. Микиша — Как изучают гравитационные поля Земли и Луны	16
В. Г. Соколов — Сближение планет в 1982 году	23
М. Я. Маров — Новое о Марсе и Юпитере	30
Г. А. Бурба — Полярные области Луны	42
А. Д. Добровольский, В. Л. Лебедев — Географическая структура океана	46

ЛЮДИ НАУКИ

П. Т. Асташенков — С. П. Королев и начало космических исследований	56
--	----

ЭКСПЕДИЦИИ

В. Г. Корт — «ПОЛИМОДЕ»	65
-----------------------------------	----

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

В. Г. Хецелиус — Исследования астроклимата	69
--	----

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Л. П. Шубаев — Астрономическая подготовка студентов-географов	78
Т. М. Максимова — Обсуждаются проблемы преподавания астрономии	78

СТИХИ О ВСЕЛЕННОЙ

Федор Иванович Тютчев	80
---------------------------------	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

В. А. Бронштэн — III Всесоюзный слет юных астрономов	82
А. Д. Марленский — Телескоп-рефрактор на колонне	87

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

С. Б. Абрамов — Создатели ракетной техники	90
--	----

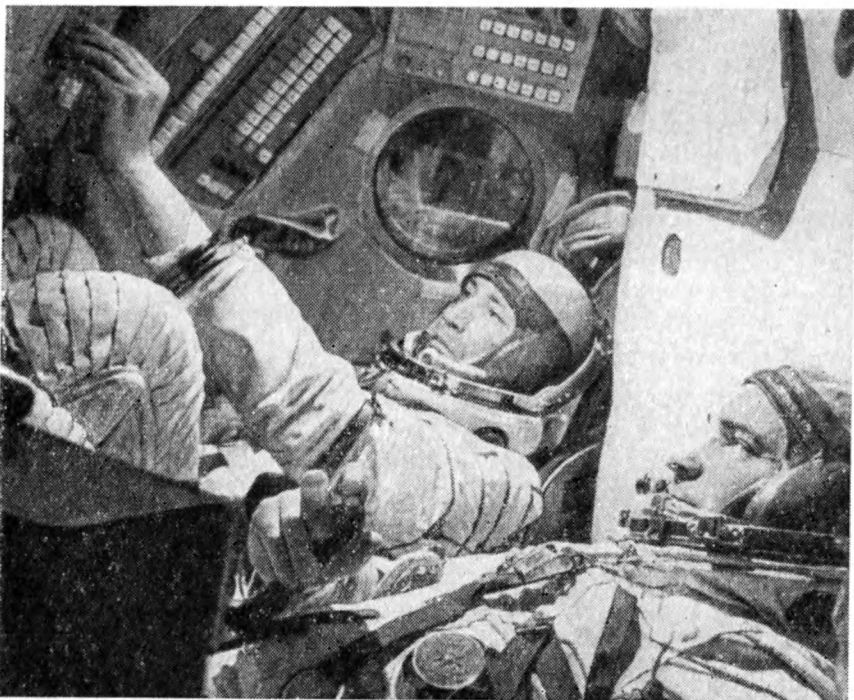
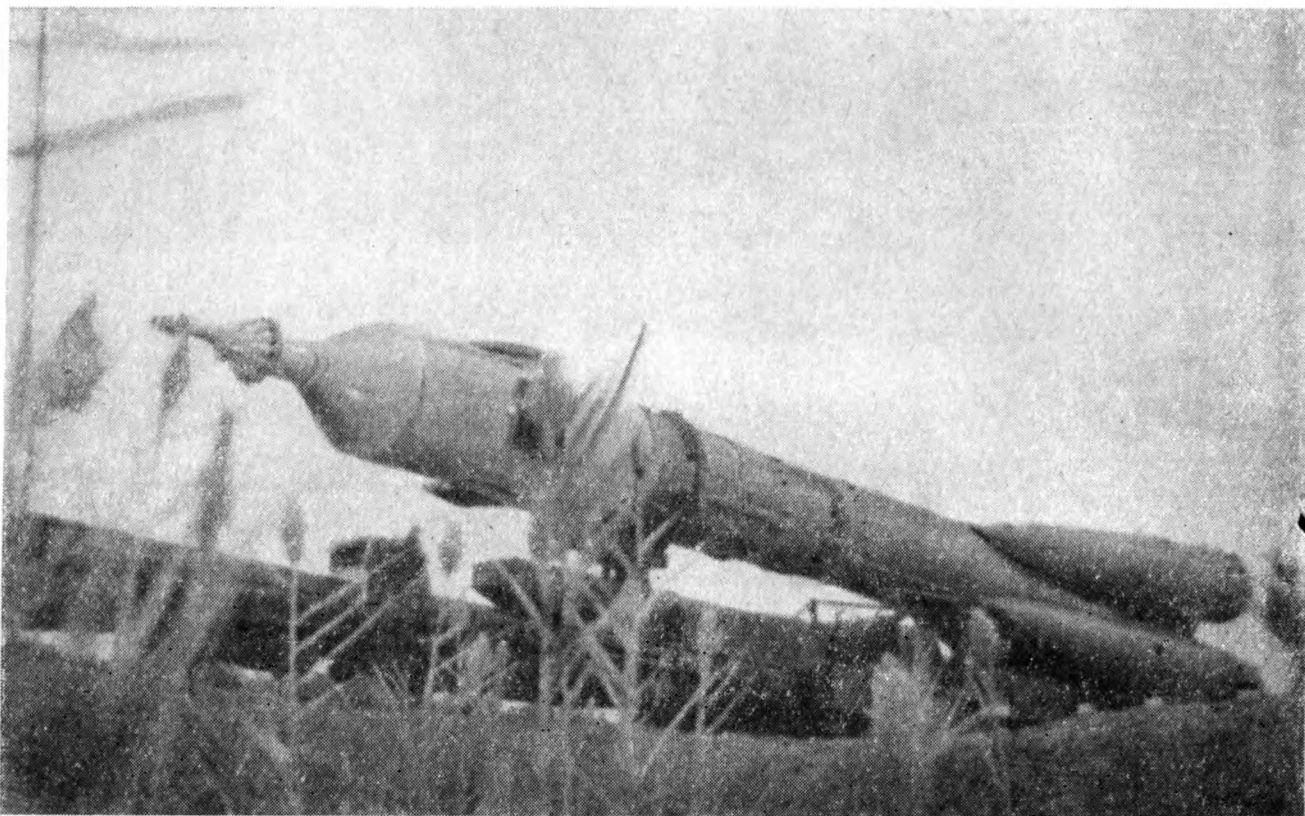
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Е. П. Левитан — Книга о философских основах современной астрономии	91
--	----

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Спутник-долгожитель [40]; Яркие рентгеновские вспышки [44]; Новый взгляд на межзвездную среду [54]; Модель рентгеновской Новой [54]; «Маленькие» орбиты в Солнечной системе [55]; Мемориальный Дом-музей академика С. П. Королева [62]; 47-й рейс «Гломара Челленджера» [67]; Размеры нейтронных звезд [68]; Мягкое рентгеновское излучение Геркулеса X-1 [68]; Лебедь X-2 — двойная система [68]; Секция наук о Земле Московского планетария [89]; Новые книги [96].

12 апреля — День космонавтики



■ *Транспортировка космического корабля «Союз»*

Фото ТАСС

■ *Дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. Ф. Быковский и Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. В. Аксенов на тренировке*

Фото А. П. Фесенко

■ *Дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР Б. В. Волынов и Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. М. Жолобов после полета на космическом корабле «Союз-21»*

Фото Г. С. Титова

■ *Экипаж космического корабля «Союз-23»: командир корабля В. Д. Зудов и бортинженер В. И. Рождественский идут на тренировку*

Фото ТАСС



Космонавтом

может стать

не всякий.

Но отсюда

не следует,

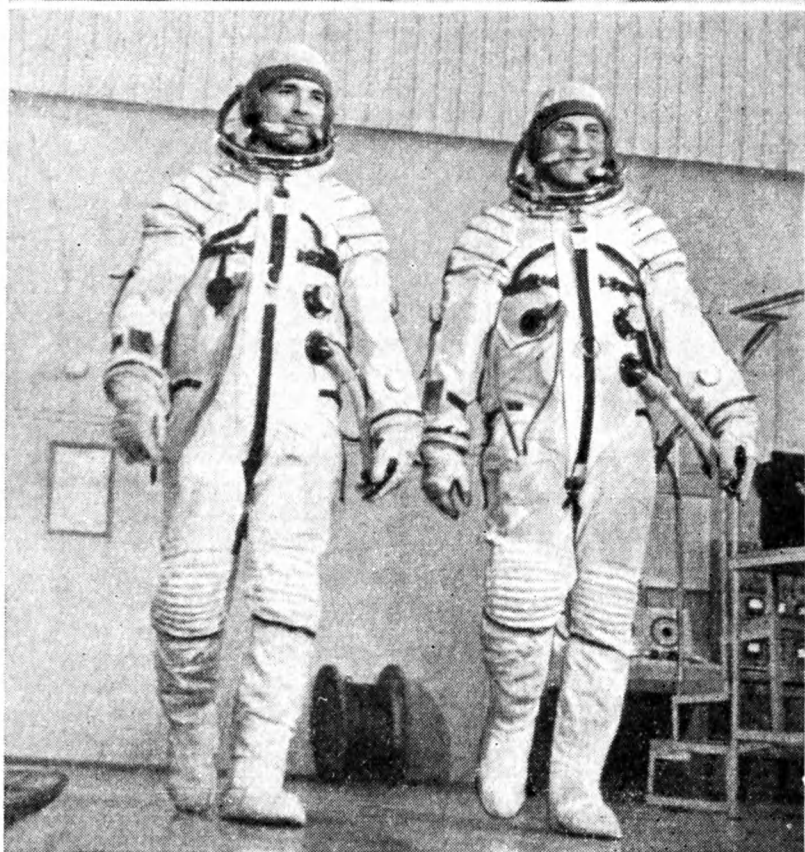
что для этого

надо

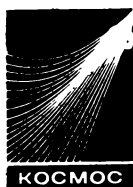
быть

каким-то

сверхчеловеком.



Ю. А. Гагарин



Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР,
кандидат технических наук
Л. С. ДЕМИН

Труд космонавта

12 апреля 1961 года гражданин Союза Советских Социалистических Республик Юрий Гагарин совершил первый космический рейс. Его плохо различимый сквозь радиопомехи возглас «Поехали!» возвестил о начале нового этапа в освоении космического пространства, о непосредственном вторжении человека в таинственный и неизведанный мир.

За 16 лет по «тропке», проторенной Ю. А. Гагариным, прошли уже более 80 космонавтов и астронавтов. Полеты в космос стали систематическими.

Если сравнить первый полет в космос с последующими, нетрудно увидеть разительные перемены. С каждым полетом совершенствуется космическая техника, увеличивается объем работ и расширяется тематика задач, решаемых космонавтами, растет продолжительность пребывания их в космосе. Повышаются требования к космонавтам, усложняется и изменяется подготовка к полету. В первых полетах проверялась возможность жить и работать в космосе. Тогда еще не было ясно, в каком состоянии окажутся нервная система и эмоциональная сфера космонавта в полете, его физическая и умственная деятельность, возможность управления кораблем и проведения научных исследований.

Высказывалось мнение, что человек не выдержит неизведанных нервно-эмоциональных перегрузок и в космическом полете не сможет разумно действовать. Чтобы исключить предполагаемое «неразумное» вмешательство космонавта в управление кораблем, на борту первых «Восто-

ков» был поставлен «логический замок». Шестикнопочное устройство открывало доступ к ручному управлению кораблем, если космонавт наберет трехзначное число, записанное в бортовой документации.

Тогда около 90% полетного времени Ю. А. Гагарина тратилось на медицинские эксперименты. В космических полетах на кораблях серии «Союз» эта цифра снизилась до 15—18%. Теперь, когда главные, неотложные медико-биологические проблемы разрешены, предпочтение отдается научным, техническим и народнохозяйственным задачам. Например, экипаж первой экспедиции на орбитальной станции «Салют-4» в составе А. А. Губарева и Г. М. Гречко выполнил более 100 научных, технических, астрофизических, геофизических, медико-биологических экспериментов и исследований, а экипаж второй экспедиции в составе П. И. Климука и В. И. Севастьянова — более 200. Орбитальная станция «Салют-4» — это космическая научно-исследовательская лаборатория, своего рода научный форпост, с которого космонавты проводили всевозможные исследования космоса, Земли и окружающего ее пространства. Она оснащена современной научно-исследовательской аппаратурой (более 2,5 т). На станции смонтировано около 90 различных установок со множеством (до 100) отдельных приборов и агрегатов. На борту станции находилось 43 пульта управления. Очевидно, с таким многочисленным и разнообразным оборудованием могут работать лишь квалифицированные специалисты.

Что характерно для деятельности космонавта?

Прежде всего, многогранность труда: научно-исследовательская, испытательная, инженерная, летная, операторская работа, участие в технических комиссиях и советах, тренировки на тренажерах, изучение техники и спорт.

Научно-исследовательская работа завоевывает все более прочные и обширные позиции в деятельности космонавта и на земле, и в космосе. Круг наук и отраслей народного хозяйства, заинтересованных в космических экспериментах, весьма широк. Даже в таких земных отраслях, как сельское хозяйство или металлургия, результаты космических исследований находят непосредственное применение.

Пока нет возможности посылать в космос научных сотрудников различных профилей, поэтому к научной работе готовятся и ее проводят во время полета члены экипажа. Особенность деятельности космонавта в том и состоит, что он должен обладать определенным запасом научных знаний, понимать смысл и конечную цель проводимых экспериментов. И чем лучше он подготовлен, тем больше информации передаст из космоса и привезет с собой.

Количество, объем и разнообразие научно-исследовательских задач увеличиваются от полета к полету. Также неуклонно растут требования к научной подготовленности космонавтов.

Испытательная работа — один из важных элементов профессии кос-

монавта. Она еще долго будет стержнем всей его деятельности. В настоящее время **любой космический полет оказывается испытательным**. Космонавт испытывает космический корабль, его системы, приборы и оборудование, в то же время он сам является объектом испытаний. В условиях реального космического полета испытываются и проверяются различные системы, приборы, агрегаты, качество инженерно-психологической отработки пультов, органов управления, сигнализаторов, индикаторов — всего, с чем связан космонавт во время полета. Оценивается оборудование с точки зрения удобства работы с ним. Одновременно определяется влияние факторов космического полета на человеческий организм. Испытательная работа требует знания теории и конструкции испытательного оборудования, умения работать с ним, знакомства с методикой испытаний. Вот почему еще до полета космонавты долго и тщательно готовятся к предстоящим реальным космическим полетам.

■
Дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. Ф. Быковский перед тренировкой на центрифуге

Фото В. Л. Жихаренко

■
Дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. Н. Кубасов рассказывает врачу о своих ощущениях после очередной тренировки
Фото В. Л. Жихаренко



Современный космический корабль — это «сгусток» разнообразной техники, которую эксплуатирует космонавт и которая нуждается в профилактике, а в случае необходимости — и в ремонте. Для изучения этой техники, ее освоения космонавт должен владеть многими инженерными профессиями. Действительно, космонавту приходится иметь дело с различными двигателями, телеметрическим, радиотехническим и радиосвязным оборудованием, обслуживать регенераторы воздуха, воды и энергетическую систему, эксплуатировать различные оптические устройства и многочисленную автоматику, пользоваться системами питания и водоснабжения, научно-исследовательскими приборами и агрегатами, а также медицинским оборудованием. Космонавт обязан быть не только хорошо «подкованным» во многих инженерных профессиях, он должен быть и квалифицированным практиком.

Самолет для космонавта — это естественный и многофункциональный тренажер. В нем космонавт испытывает на себе условия, имитирующие те, которые он встретит в космическом полете. Летная подготовка необходима космонавтам также для развития и закрепления профессиональных качеств — умения четко работать с органами управления и приборами. Она прививает навыки острой наблюдательности, осматривает мгновенную реакцию на внезапно меняющуюся обстановку. Наконец, летная практика и парашютные прыжки воспитывают и поддерживают высокие морально-волевые

качества будущих членов космических экипажей.

Операторская деятельность — умение быстро, безошибочно работать с органами управления, индикаторами и сигнализаторами — занимает в подготовке космонавта не последнее место. Большое число, а главное разнообразие оборудования, которым космонавт управляет и которое он контролирует, создают в операторской деятельности космонавта самые различные и подчас весьма напряженные ситуации. Например, работа с одной системой или прибором по свободному или ненпряженному графику сменяется одновременной или последовательной работой с несколькими системами, когда космонавту приходится переключать свое внимание на разные процессы.

Большое значение для операторской деятельности имеет выполнение современных требований инженерной психологии. Это и создание корабля с учетом психологических характеристик человека, и конструкция, и размещение органов управления и приборов на пультах, оформление рабочего места и интерьера; это и равномерное распределение программы полета во времени и получаемой информации между членами экипажа, и нагрузки на их органы чувств; это и психологическая подготовленность космонавтов к возможным стрессовым ситуациям.

Психологическая подготовка вызывает все более прочные и обширные позиции, проникая во все области, связанные с подготовкой к полету, его осуществлением и послеполетным периодом.

Особое место в деятельности космонавта занимают **тренажеры** — устройства, работа на которых позволяет приобрести необходимый практический опыт управления кораблем, его системами, приборами. Одних только знаний корабля, даже самых глубоких, недостаточно для быстрой, четкой, безошибочной работы во время космического полета. Нужны еще практика, опыт, навыки, знакомство с особенностями систем и тонкостями их эксплуатации. Все это достигается регулярными тренировками на тренажерах. Например, водитель-стажер или летчик-курсант имеют возможность под руководством инструктора осваивать управление автомобилем или самолетом в реальных условиях. Космонавты же на земле не только осваивают системы и приборы корабля, но и «проигрывают» наиболее сложные и важные этапы полета и даже отдельные «кусочки» полетного задания.

Каждый космический полет обогащает космонавтику уникальным опытом и научными результатами. Так, полет Ю. А. Гагарина позволил преодолеть психологический, инженерно-психологический и медико-биологический барьеры неизвестности. Начиная с этого полета, в конструкцию космических кораблей и его систем регулярно вносятся изменения и доработки; они отражают «добытую» космонавтами информацию и накопленный опыт. Поэтому космонавты активно участвуют в технических комиссиях и советах, тесно контактируя с конструкторами. Только общими усилиями можно создать хорошо «согласованную» с человеком «машину».



■
Космонавты проверяют показания приборов. Слева направо: дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. Н. Кубасов, дважды

Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР А. А. Леонов, дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР Н. Н. Рукавишников

Фото О. Б. Саввина



До тех пор, пока в космическом полете существуют перегрузки, невесомость и стрессовые воздействия, космонавт должен быть хорошо подготовлен физически. **Физическая подготовка** необходима космонавту, чтобы стать сильным, ловким, выносливым, она вырабатывает выдержку, волю, тренирует вестибулярный аппарат, расширяет физические и психологические возможности человеческого организма, делает его устойчивым к заболеваниям, укрепляет и сохраняет здоровье. Космонавты несколько раз в неделю занимаются на спортивных площадках.

Немало времени космонавты уделяют **медицинской подготовке**. Во-первых, это периодический строгий контроль за состоянием здоровья, осуществляемый врачами, которые знают своих подопечных «назубок». Во-вторых, самостоятельное изучение космонавтами основ медицинской науки, освоение различных медицинских приборов и устройств, которыми приходится пользоваться в космическом полете. И, наконец, — различного рода тренировки, которые повышают функциональные возможности организма.

Труд космонавта требует систематического переключения с научной работы на физическую, с испыта-

■
*Дважды Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР В. И. Севастьянов
проверяет отсчет времени*
Фото В. Л. Жихаренко

тельной на учебную, с летной на тренажную, а если надо, то и на ремонтную... Георгий Михайлович Гречко рассказал мне интересный случай из практики экипажа «Салюта-4».

По программе полета необходимо было произвести исследование Солнца с помощью солнечного телескопа, но в нужный момент изображение Солнца в окуляре телескопа не появилось. Возникли различные предположения о неисправности телескопа, которые не подтвердились. Было решено развернуть станцию перпендикулярно потоку солнечных лучей так, чтобы лучи, проникая в нишу телескопа, падали на зеркало. Само же зеркало (оно может поворачиваться в двух плоскостях для автоматического слежения за Солнцем) надо было установить в среднее положение. Тогда отраженные от зеркала солнечные лучи попадут в оптическую систему и телескоп будет работать. Но как установить зеркало в среднее положение? Так как зеркало перемещается из одного крайнего положения в другое электромотором, решили определить на слух время его работы при перемещении зеркала от упора до упора. (В крайних положениях моторчик выключается автоматически.) Через промежуток времени, равный половине длительности работы мотора, зеркало оказывается в среднем положении. По одному из каналов работа электромотора была слышна, а по другому каналу он не прослушивался, хотя было ясно, что мотор работает. Пришлось демонтировать одну ступень герметизации на телескопе, но звук работающего мо-

тора опять не был слышен. Смекалка подсказала: надо взять медицинский стетоскоп и попробовать прослушать работу мотора через корпус телескопа. Успех был полный. Время работы для установки зеркала было определено, и после включения телескопа в его окуляре появилось Солнце. В конечном итоге научные исследования были проведены и получили высокую оценку.

А причина отказа телескопа, как выяснилось потом, была проста. Солнечный луч, проникая в нишу телескопа и отражаясь от ее стенки, падал на зеркало, следящая система которого захватывала и отслеживала этот луч. Простая неисправность. Но на то, чтобы проанализировать предполагаемые причины неполадки, разработать метод устранения и ликвидировать ее, потребовалось около недели. Этот пример подтверждает, как иногда в космическом полете может создаваться ситуация, в которой космонавту понадобятся все качества его универсальной профессии.

Главное,

с чего должны

начинать

мечтающие о Космосе,

это — труд...

Для профессии

космонавта требуются

отличные знания,

настойчивость

в достижении цели,

отличное здоровье

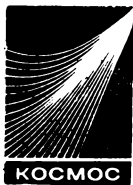
и неустанная

работа на пути

подготовки

к полету.

Ю. А. Гагарин



Кандидат технических наук
А. А. БАЧМАНОВ

Космический эксперимент «Радуга»

МНОГОЗОНАЛЬНОЕ ФОТОГРАФИРОВАНИЕ

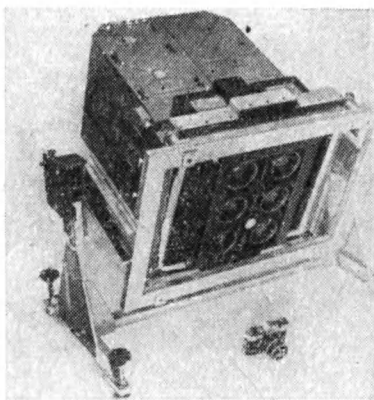
В последние годы возникло и получило широкое признание новое научное направление — космическое земледование, которое изучает по фотографиям, телевизионным изображениям, спектрам отражения солнечного света и измерениям собственного излучения, полученным с космических аппаратов, поверхность суши, океана, атмосферу и облачный покров нашей планеты. Эти данные используются в географии, океанологии, геологии, геоботанике и других науках для освоения и охраны природной среды («Земля и Вселенная», № 3, 1975, стр. 8—11; № 2, 1976, стр. 11—14.— Ред.).

Каков же вклад в развитие космического земледования, сделанный во время полета «Союза-22»?

В символическом названии эксперимента «Радуга» отражена сущность метода одновременной съемки земной поверхности в нескольких узких диапазонах спектра. Необычным по сравнению с предыдущими полетами «Союзов» было и наклонение орбиты корабля — 65°: он пролетел над широким поясом нашей планеты почти от южного полярного круга до северного.

Для выполнения эксперимента «Радуга» был запущен тот экземпляр корабля, который предполагали использовать в качестве дублирующего по программе «Союз — Аполлон». Однако программа полета «Союза-22» потребовала некоторых доработок. На наружном шпангоуте орбитального отсека вместо стыковочного узла был смонтирован фотоотсек. Это —

Экипаж космического корабля «Союз-22» во время восьмисуточного орбитального полета (15—23 сентября 1976 года) фотографировал земную поверхность. Многозональное космическое фотографирование осуществлялось фотоаппаратурой, разработанной специалистами ГДР и СССР и изготовленной народным предприятием «Карл Цейс Йена» в Германской Демократической Республике.



цилиндр диаметром 1300 мм, закрытый сферической крышкой. В нем на четырех кронштейнах установлена многоспектральная кадровая фотосистема МКФ-6, которая обеспечивала

Общий вид многозональной фотокамеры МКФ-6

Фото ТАСС

получение шести изображений одного и того же участка поверхности Земли и в узких диапазонах спектра. Съемка велась через иллюминатор диаметром 420 мм, который расположен на боковой поверхности цилиндрической оболочки фотоотсека. Чтобы защитить оптику фотосистемы от пыли, пространство отсека между фотоаппаратом и иллюминатором отделили от жилых помещений корабля металлической перегородкой. В этой зоне были установлены три вентилятора — они обеспечивали заданный тепловой режим. С внешней стороны иллюминатора есть бленда для защиты объективов от подсветки Солнцем. К торцу бленды прижимается защитная крышка многозонального действия. Перед началом фотографирования она открывается. Отснятые в космосе фотопленки доставляют на Землю и обрабатывают. Затем из этих фотографий, приписав каждому диапазону свой условный цвет, синтезируют цветные снимки, несущие высокую информативность («Земля и Вселенная», № 3, 1975, стр. 8—11; № 1, 1976, стр. 29—36.— Ред.).

В нашей стране многозональная съемка для исследования природных ресурсов проводилась поэтапно в полетах кораблей «Союз» и орбитальных станций «Салют». Космонавты В. Г. Лазарев и О. Г. Макаров доставили на Землю около 100 фотографий, сделанных в разных зонах спектра с борта корабля «Союз-12». По ним, в частности, были уточнены рельеф и характер подводной, прибрежной и мелководной растительности северо-восточной части Каспийского моря, составлена карта за-



соленности почв в районе полуострова Мангышлак и Бузачи. Там же были выявлены структуры, перспективные для поиска нефти и газа («Земля и Вселенная», № 2, 1976, стр. 11—14.—Ред.).

В полете корабля «Союз-16» А. В. Филиппченко и Н. Н. Рукавишников и в полете «Союз-19» А. А. Леонов и В. Н. Кубасов уже проводили съемки в одном из диапазонов спектра, который предусмотрен в системе МКФ-6. На основе анализа результатов, полученных в этих экспериментах, были определены оптимальные параметры съемочных систем — число спектральных участков, их расположение, ширина, то есть составлено техническое задание на разработку совершенной фотокамеры, которую можно использовать для практических нужд народного хозяйства.

МНОГОЗОНАЛЬНАЯ ФОТОКАМЕРА МКФ-6

Каким требованиям должна была отвечать разрабатываемая фотосистема? Прежде всего, обеспечивать высокое разрешение снимков, их геометрическое подобие изображаемой поверхности и тождественность, так как при синтезировании цветных

■
Командир корабля «Союз-22» Валерий Федорович Быковский. Свой первый пятисуточный полет он совершил в июне 1963 года на корабле «Восток-5». За прошедшие годы В. Ф. Быковский окончил Военно-воздушную инженерную академию, защитил кандидатскую диссертацию, участвовал в подготовке многих космических полетов. За успешное выполнение орбитального полета на космическом корабле «Союз-22» Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. Ф. Быковский награжден вторым орденом Ленина и медалью «Золотая Звезда», а также высшей наградой Германской Демократической Республики — орденом Карла Маркса

Фото ТАСС

■
Бортинженер «Союза-22» Владимир Викторович Аксенов был в космосе впервые. Однако у него за плечами многие годы работы в конструкторском бюро, где создавались легендарные «Союзы». За успешное выполнение программы полета на космическом корабле «Союз-22» летчик-космонавт СССР В. В. Аксенов награжден орденом Ленина и медалью «Золотая Звезда», а также высшей наградой Германской Демократической Республики — орденом Карла Маркса

Фото ТАСС

изображений многозональные снимки совмещают с точностью до элементов разрешения. Кроме того, на космических снимках с высоким спектральным и яркостным разрешением должны хорошо различаться формы и физико-технические характеристики фотографируемых объектов. Только тогда можно однозначно интерпретировать природные образования и классифицировать их.

На основе перечисленных требований народное предприятие «Карл Цейс Йена» изготовило экспериментальную многоспектральную кадровую фотосистему МКФ-6. В работе принимал участие Институт электроники Академии наук ГДР. На создание этой сложнейшей электронно-оптической системы ушло три года. В процессе изготовления фотосистемы ученые выполнили множество электрических, оптических, механических испытаний на перегрузки, вибрацию и удары.

Как уже говорилось, аппаратура МКФ-6 обеспечивает съемку земных объектов в шести узких зонах спектра: четыре — в видимом диапазоне и две — в ближнем инфракрасном, причем разрешающая способность в каналах видимой области спектра в 2—3 раза превышает возможности хороших современных аэрофотока-



■
*Космонавты В. Ф. Быковский и
В. В. Аксенов работают с фотока-
мерой МКФ-6 в лаборатории*
Фото А. С. Моклецова

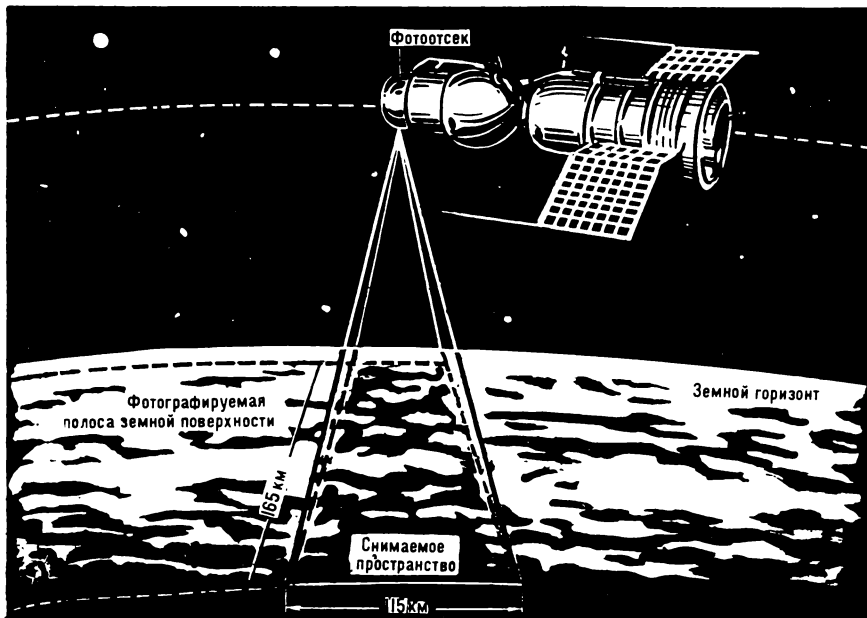
мер. Линейное разрешение участков земной поверхности составляет 20 м.

При конструировании электронно-оптической фотосистемы МКФ-6 удалось полностью избежать дисторсии (искривления прямых линий, присутствующего обычным линзам), а также добиться строгой параллельности оптических осей всех шести объективов. Это обеспечило хорошее геометрическое подобие изображений, а специальный монтаж затворов позволил делать шесть снимков одновременно.

Чтобы изображение «не смазывалось» (за время экспозиции корабль пролетает километр), в МКФ-6 предусмотрено устройство компенсации сдвига изображения: в момент съемки вводится поправка на скорость полета и в кадры попадает одна и та же территория. В маршрутной съемке предусматривается и перекрытие кадров.

О высоких технических характеристиках фотосистемы свидетельствуют, в частности, следующие данные: на кадре размером 55×80 мм с высоты полета около 250—280 км удается запечатлеть прямоугольный участок земной поверхности площадью почти 19 тыс. км² (115×165 км). За каждые десять минут полета МКФ-6 фиксирует на пленку изображение около полумиллиона квадратных километров поверхности.

Для обработки результатов многозональной съемки конструкторы «Карл Цейс Йена» создали специальный многозональный проектор, который позволяет совмещать снимки и синтезировать цветные изображения с высокой точностью. Это значительно облегчает дешифрирование изображений и выявление физиче-



ских свойств и состояние исследуемых объектов.

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА «СОЮЗА-22»

Программа полета «Союза-22» включала несколько последовательных этапов. На первом — предусматривался контроль систем и агрегатов корабля после выведения его на орбиту, проверка герметичности отсеков, формирование рабочей орбиты, подготовка к работе научной аппаратуры. Все эти операции были выполнены 15 и 16 сентября.

На четвертом витке дважды включалась двигательная установка корабля: сначала на 20, а затем на 34 секунды. Сформированная почти круговая орбита (минимальная высота 250 км и максимальная 280 км) обеспечивала и требуемую периодичность прохождения корабля над районами съемок, и достаточное время пребывания его на орбите. Затем была проверена готовность фотосистемы МКФ-6 к работе: с пульта

управления космонавты открыли и закрыли крышку бленды над иллюминатором, а затем проследили, как идет фотопленка в кассетах фотокамеры.

Многоспектральное фотографирование Земли началось на втором этапе. На 15-м витке, когда корабль пролетал над территорией Восточной Сибири — с юго-запада на северо-восток — над Байкалом, Иркутской областью, южной частью Якутии, экипаж провел первую серию фотографирования.

17 сентября производилась съемка территории Дальнего Востока, шельфовой зоны Охотского моря, районов, прилегающих к Магадану. Затем, на следующем, 31-м витке — районов БАМа, вблизи Улан-Удэ, Читы, Якутии. На 32-м витке — гор, окружающих Исык-Куль, Алтая, Центральной Сибири.

18 сентября экипаж фотографировал Луну. В программе рабочего дня была съемка районов Средней Азии, Казахстана, Сибири. Ранее съемка была выполнена над районами Крымского полуострова, Украины, Среднего Поволжья, северо-восточных районов нашей страны.

И так виток за витком экипаж осуществлял запланированную обработку фотосистемы МКФ-6.

Третий этап программы полета — проведение заключительных операций. В последний, четвертый этап входили контроль систем, подготовка к спуску и спуск с орбиты. На 111-м витке экипаж выполнил тестовое включение двигателя, то есть были «прорепетированы» все операции, предшествовавшие сходу корабля с орбиты: программные развороты, точная орбитальная ориентация, стабилизированный полет и кратковременное включение двигательной установки.

На предпоследнем витке в запоминающее устройство корабля были заложены команды на выбор режима ориентации корабля, время включения и интервал работы двигательной установки, момент разделения отсеков корабля и настройку работы системы управления спуском возвращаемого аппарата.

В расчетный момент у южных берегов Африки включилась двигательная установка. Тормозной импульс уменьшил скорость полета на 95 м/с, корабль перешел с орбиты на траекторию входа в атмосферу Земли, на высоте около 250 км спускаемый аппарат отделился от орбитального и приборно-агрегатного отсеков. Через несколько минут полета он вошел в плотные слои атмосферы. В отличие от предыдущих космических рейсов, посадочная трасса «Союза-22» проходила круче: через восточное побережье Африки, Аравийский полуостров, юг Каспийского моря, через Аральское море и казахские степи. Здесь космонавтов

Схема многозонального фотографирования Земли



ждали вертолеты поисково-спасательного комплекса. Космический рейс «Союза-22» успешно завершён. Теперь предстоит интерпретация полученных снимков.

Во время полета «Союза-22» во многих районах Советского Союза, которые фотографировались системой МКФ-6, одновременно велась аэрофотосъемка с самолетов и работа экспедиционных партий на земле,

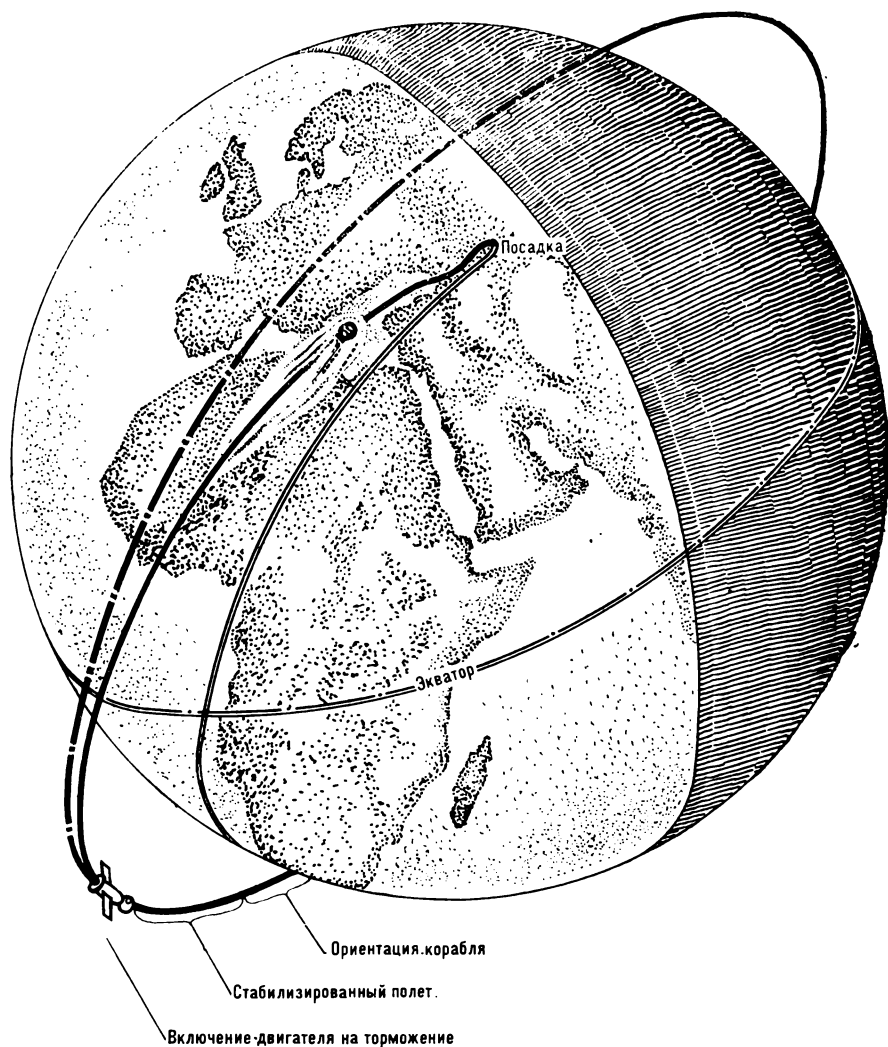
изучавших характеристики почв, растительного покрова и другие особенности избранных для фотографирования участков. Во время съемок территории ГДР эти же районы фотографировались с борта самолета-

■
В Центре управления полетом космического корабля «Союз-22»
 Фото ТАСС

лаборатории многозональной фотокамерой, аналогичной МКФ-6. Это делалось для сравнения и анализа космических фотоснимков.

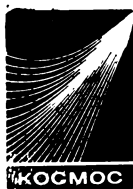
Решение столь сложной задачи, как создание электронно-оптической многозональной аппаратуры и подготовка эксперимента «Радуга», стало возможным в результате развития космических исследований в социалистических странах, участвующих

в работах по программе «Интеркосмос». Плодотворное сотрудничество специалистов СССР и ГДР в подготовке космического эксперимента «Радуга» и в создании сложной аппаратуры обеспечило блестящий полет космического корабля «Союз-22». Социалистическая интеграция в освоении и использовании космической техники особенно подчеркнута в приветствии Центрального Комитета Коммунистической партии Советского Союза, Президиума Верховного Совета СССР и Совета Министров СССР космонавтам, ученым, конструкторам, инженерам, техникам и рабочим, всем коллективам и организациям Советского Союза и Германской Демократической Республики, участвовавшим в подготовке и осуществлении полета космического корабля «Союз-22». «Специалисты социалистических стран, объединившие свои усилия в рамках программы «Интеркосмос», — говорится в приветствии, — вносят весомый вклад в космические исследования. В этом полете космонавты товарищи Быковский и Аксенов провели многозональное фотографирование земной поверхности в целях отработки и совершенствования научно-технических методов и средств исследования из космоса нашей планеты, что имеет большое значение для изучения природных ресурсов и их рационального использования в народном хозяйстве. Использование для этих целей фотоаппаратуры, разработанной специалистами Германской Демократической Республики и Советского Союза и изготовленной на народном предприятии «Карл



■
Схема возвращения корабля «Союз-22» с орбиты искусственного спутника Земли

Цейс Йена» в ГДР, является свидетельством дальнейшего расширения сотрудничества между социалистическими странами.»



Кандидат технических наук
А. М. МИКИША

Как изучают гравитационные поля Земли и Луны

ОТ КЛАССИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ К СПУТНИКОВОЙ

Гравитационное поле Земли необходимо знать как специалистам «земного» профиля — геологам и геофизикам, так и специалистам «космическим», которые рассчитывают, например, орбиты искусственных спутников или занимаются другими проблемами астрономии.

Для гравиметрических измерений на Земле служат маятниковые приборы и гравиметры. Измерение ускорения силы тяжести маятниковым прибором основано на определении периода колебаний маятника, а значит, связано с созданием точных и стабильных часов — эталонов времени. Принцип работы гравиметра иной: вес некоторого груза компенсируется упругой силой пружины. И в том и другом случае имеется строгая математическая зависимость измеряемой величины (периода колебаний маятника или смещения упругой системы) от значения ускорения силы тяжести. Из этой зависимости и находят ускорение силы тяжести.

Наземные гравиметрические измерения по своей сути относительны. Они дают приращение силы тяжести в некоторой точке земной поверхности по сравнению с исходным пунктом. Сила тяжести в исходном пункте определяется абсолютным методом: наблюдается падение тела в вакууме. Измеряя длину, пройденную падающим телом, и регистрируя моменты времени с высокой точностью, мы по известной формуле свободного падения тел сможем определить ускорение силы тяжести. Измерение абсолютной величины

Спутниковая геодезия, не отвергая традиционных наземных гравиметрических методов, существенно расширила наши знания о структуре гравитационного поля Земли. Космические методы позволили начать изучение и гравитационного поля Луны.

силы тяжести — сложнейшая научно-техническая проблема. Ведь для того, чтобы определить ускорение силы тяжести с точностью 1 мкГал*, нужно знать путь с точностью 0,01 мкм, а моменты времени регистрировать с точностью 10^{-9} секунды. При таких жестких требованиях возникает необходимость учета возмущающих факторов, главный из которых — микросейсмы («Земля и Вселенная», № 4, 1971, стр. 42—45.— Ред.). В настоящее время точность определения абсолютного значения силы тяжести в данной точке Земли достаточно высока и составляет несколько микрогал.

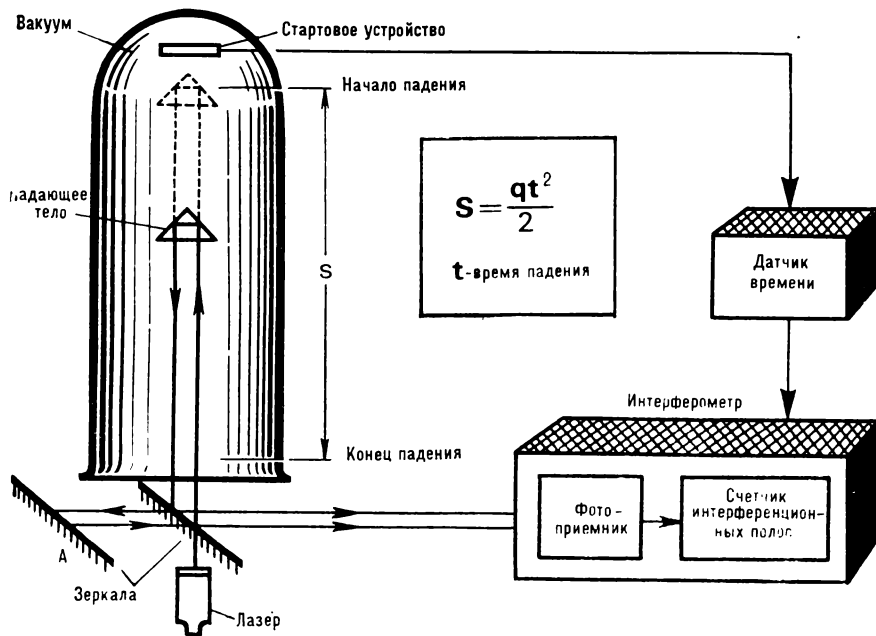
Относительные измерения силы тяжести на большой территории — гравиметрическая съемка — сводятся в единую систему, опорным пунктом которой считается город Потсдам (ГДР). Здесь абсолютное значение

силы тяжести было впервые определено в 1898—1904 годах.

За несколько десятков лет гравиметрическая съемка охватила огромное пространство материков и островов, но этого оказалось недостаточно, ведь суша занимает всего $1/3$ поверхности Земли, да и не были обследованы с необходимой детальностью обширные труднодоступные территории — Антарктида, пустыни, горные массивы. Еще меньше были изучены акватории морей и океанов.

Гравиметрические измерения на море еще в начале XX века считались невозможными. Если при абсолютных измерениях на суше возмущающие ускорения малы и учет их позволяет достичь высокой точности, то при морских гравиметрических измерениях возмущения очень велики, учесть их полностью не удастся, а потому и точность измерений крайне низкая. В начале 30-х годов голландский геофизик Ф. Венинг-Мейнес разработал теорию определения силы тяжести прибором, установленным на корабле («Земля и Вселенная», № 2, 1967, стр. 72—74.— Ред.). Он построил первый морской маятниковый прибор и измерил силу тяжести в Индийском и Тихом океанах. Его работы были с успехом продолжены в СССР под руководством профессора Л. В. Сорокина. После многолетних исследований, эпизодических съемок и экспедиций, в период Международного геофизического года (1957—1958) начались систематические гравиметрические работы на морях и океанах. И все-таки накопленный за многие десятилетия материал не дал детального представления о распределении силы тяжести

* Размерность ускорения силы тяжести $\text{см}/\text{с}^2$. 1 $\text{см}/\text{с}^2$ в честь Галилея назван галом (Гал), одна тысячная гала — миллигалом (мГал), одна миллионная — микрогалом (мкГал).



Принципиальная схема баллистического метода определения абсолютного значения силы тяжести. Луч лазера, отражаясь от падающего тела и от неподвижного зеркала (А), дает интерференционную картину. С помощью интерферометра можно измерить пройденный телом путь с очень высокой точностью (до долей длины волны света). Одновременно со стартовым устройством запускается датчик времени. Зная пройденный телом путь и время, по формуле свободного падения рассчитывают ускорение силы тяжести

на поверхности земного шара. Чтобы понять почему, рассмотрим, как математически описывается гравитационное поле Земли и других небесных тел.

Функция, характеризующая поле,— гравитационный потенциал обычно представляется в виде $\frac{GM}{r}(1 + R)$, где GM — произведение гравитационной постоянной на массу небесного тела, r — расстояние точки, в которой вычисляется потенциал, от центра масс тела, R — аномальная часть потенциала, показывающая его отличие от потенциала материальной точки $\frac{GM}{r}$. Аномальную часть гравитационного потенциала обычно за-

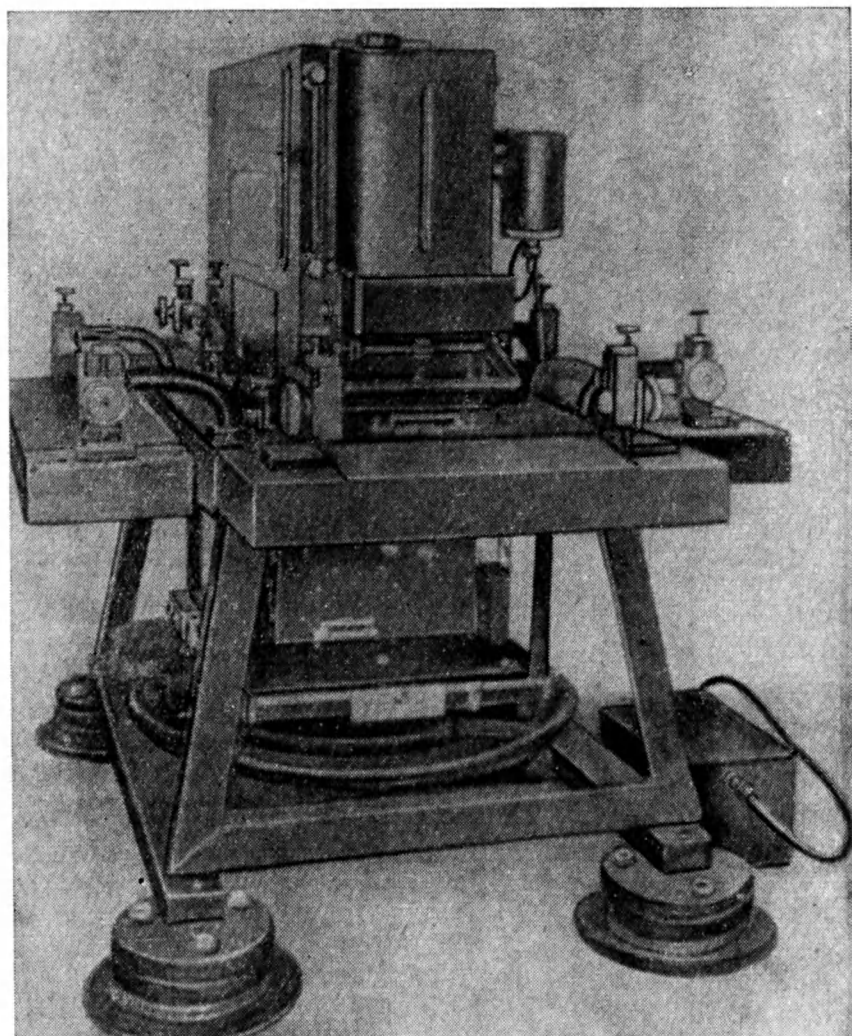
писывают в виде ряда по сферическим функциям (гармоникам). Коэффициенты этого ряда S_{nm} и S_{nm} (n, m — целые числа, индекс отдельной гармоники), которые называют гармоническими, определяются из наблюдений.

К 1957 году геодезисты по данным гравиметрических съемок смогли установить значения первых гармонических коэффициентов гравитационного потенциала Земли, да и то с невысокой точностью.

С запуском первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) появился новый метод исследования гравитационного поля Земли. Сравнение предвычисленных положений спутника на орбите с наблюдаемыми позволило уточнить уже известные параметры гравитационного поля Земли и определить ранее неизвестные гармонические коэффициенты гравитационного потенциала. Одновременно уточнялись параметры, характеризующие такие возмущающие факторы, как торможение земной атмосферой, давление солнечной радиации, притяжение искусственных спутников Луной и Солнцем.

Через десять лет после начала освоения космоса исследователи уже знали достаточно уверенно величины гармонических коэффициентов до восьмого порядка включительно. Точность их определения в десятки и сотни раз превышала точность, достигнутую при вычислении этих коэффициентов по наземным гравиметрическим данным.

Казалось, наземные методы можно сдать в архив и полностью перейти к методам спутниковой геодезии. Но вскоре выяснилось, что вычисленные



по наблюдениям разных ИСЗ системы коэффициентов существенно отличаются друг от друга, и чем больше номер коэффициента, тем сильнее отличие. Значит, спутниковый метод, позволяющий достаточно точно определять гармонические коэффициенты с небольшими номерами ($n = 2, 3, 4$), перестает «работать» при больших номерах.

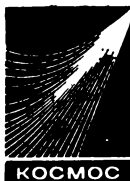
Объясняется это тем, что сферические гармоники, в ряд по которым

■
Маятниковый прибор для определения силы тяжести на море

разлагается потенциал небесных тел, отражают определенные особенности гравитационного поля. Каждая из гармоник «отвечает» за одну какую-либо особенность. Главная гармоника $C_{2,0}(n=2, m=0)$ определяет полярное сжатие — основное отличие небесного тела от однородного шара. Следующая гармоника $C_{3,0}(n=3, m=0)$ появляется из-за неодинаковой сплюснутости северного и южного полушарий. Гармоника с ненулевым вторым индексом ($n=2, m=2$) характеризует сплюснутость экватора. Кстати, гармоники, у которых $m=0$, зависят только от широты и называются **зональными**, гармоники

с $m \neq 0$ зависят и от широты, и от долготы, они получили название **тессеральных**. Чем больше индекс, чем «выше» порядок гармоник, тем менее существенной особенностью она вызвана. На движение искусственного спутника оказывает воздействие Земля (или планета) в целом, и выделить различные влияния тем труднее, чем они меньше. Поэтому спутниковым методом гармоники высоких порядков определяются неуверенно.

Наземным гравиметрическим методом гравитационный потенциал Земли исследуется иначе: результаты гравиметрической съемки относительно опорного пункта сравниваются с «нормальным» значением силы тяжести. Оно вычисляется по формуле для гравитационного потенциала, в которой сохранены первые две-три гармоники. Это соответствует представлению о фигуре Земли как об эллипсоиде вращения или трехосном эллипсоиде. Разность между измеренным и нормальным значениями силы тяжести в некоторой точке Земли называется **аномалией силы тяжести** в этой точке. От отдельных точечных аномалий переходят к аномалиям на определенных площадках (трапеции на карте) и по ним уже рассчитывают гармонические коэффициенты. Конечно, гравиметрический метод не мог дать (особенно, если учесть, что не вся поверхность земного шара охвачена гравиметрической съемкой) удовлетворительных значений первых гармонических коэффициентов. Зато он хорошо отражал влияние мелких особенностей гравитационного поля, которые описываются гармониками



высоких порядков. Естественно, был сделан вывод, что при исследовании гравитационного поля Земли нужно использовать оба метода — и классический наземный метод гравиметрической съемки (он дает возможность изучать тонкую структуру гравитационного поля), и новый метод спутниковой геодезии — по возмущениям спутниковых орбит (он с большой точностью позволяет определить «низкие» гармоники, отвечающие за глобальные особенности гравитационного потенциала Земли). В настоящее время изучение гравитационного поля Земли этими взаимодополняющими методами продолжается. В 1976 году на основе гравиметрических спутниковых данных были рассчитаны гармонические коэффициенты гравитационного потенциала Земли до 24-го порядка.

ИСЛ ИССЛЕДУЮТ ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ ЛУНЫ

Изучение гравитационного поля Луны началось в 60-х годах после запуска первых искусственных спутников Луны (ИСЛ). Нужно было не только запустить ИСЛ, требовались совершенно иные методы наблюдений. Фотографические методы, успешно применяемые при наблюдениях искусственных спутников Земли, не годились: точность положений ИСЛ, которую давало фотографирование на фоне звезд, недостаточна для определения гармонических коэффициентов гравитационного потенциала Луны. Совершенствование радиотехнических методов наблюдения искусственных спутников Земли и Луны позволило советским уче-

ным впервые определить некоторые гармонические коэффициенты гравитационного потенциала.

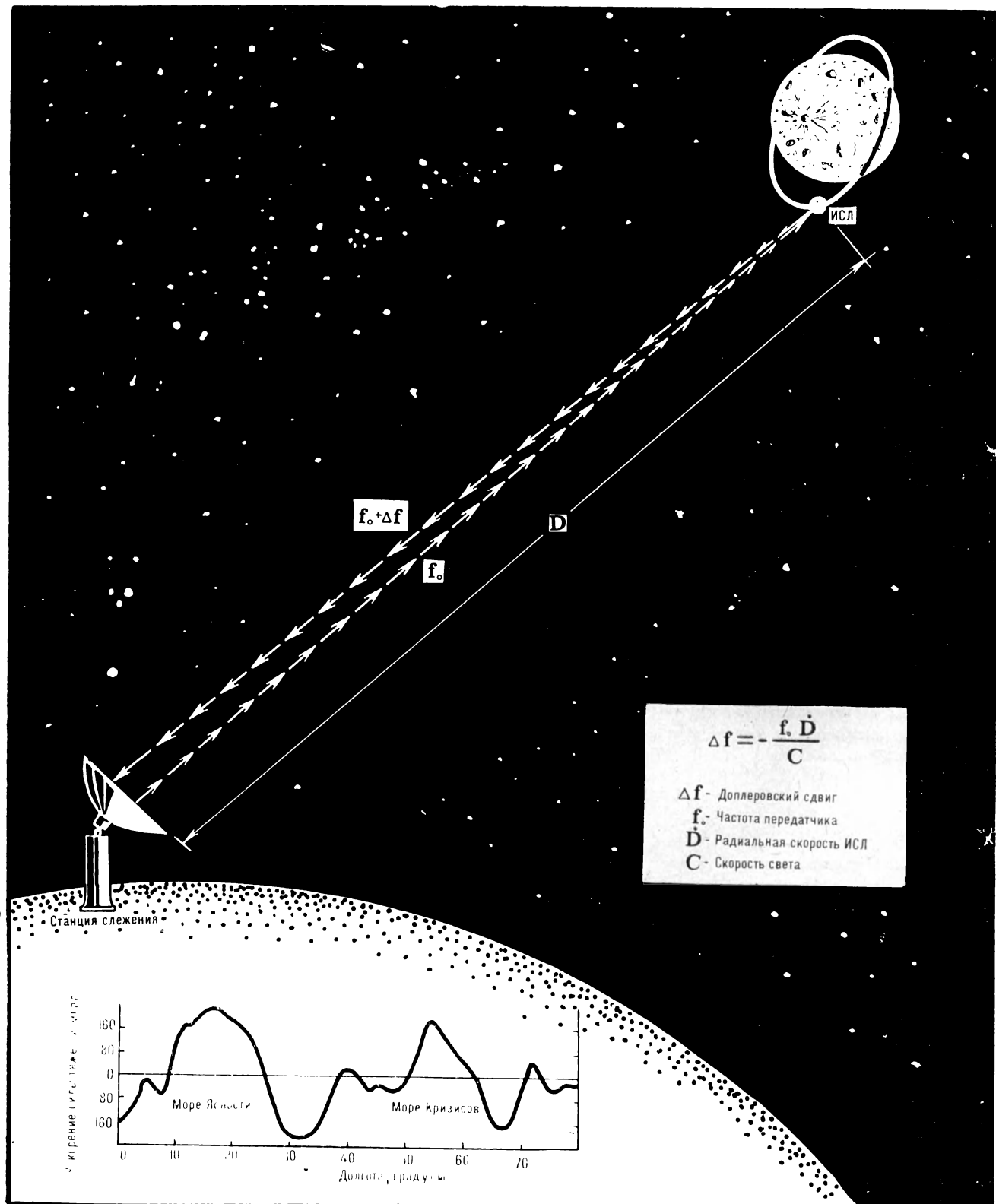
Радиотехнический метод наблюдения спутников основан на применении эффекта Доплера. Предполагается, что частота генератора наземной станции в точности равна частоте генератора, установленного на спутнике. При движении искусственного спутника Луны частота принятого со спутника сигнала из-за эффекта Доплера меняется. Тогда разность частот этого сигнала и наземного генератора пропорциональна составляющей скорости спутника в направлении станции наблюдения — спутник. Таким образом, наблюдая ИСЛ на всем видимом с Земли участке траектории, мы получаем непрерывную запись «лучевой» скорости спутника Луны. Зная координаты спутника и центра масс Луны, можно определить значение составляющей скорости спутника относительно Луны, а затем и радиальную составляющую ускорения спутника.

Радиотехнический метод слежения за ИСЛ серий «Луна» и «Лунар Орбитер» позволил обнаружить регулярные «всплески» в величинах ускорений спутника Луны. Тщательный анализ измерений показал, что эти всплески не являются результатом случайных инструментальных ошибок, поскольку они наблюдались каждый раз, когда ИСЛ проходил над одними и теми же участками Луны. Значит, этим участкам присущи большие аномалии гравитационного поля Луны. Так как на Луне отсутствует атмосфера и нет торможения, приводящего к быстрой гибели спутника, лунные спутники можно за-

пускать на орбиты, очень близкие к поверхности Луны — на высоты 50—100 км. Поэтому удалось уверенно отождествить аномальные области гравитационного поля Луны на ее видимой стороне с известными по фотографиям особенностями лунного рельефа. Выяснилось, что значительное усиление гравитационного поля происходит исключительно над лунными морями, например над Морями Ясности (аномалия +220 мГал), Дождей (+230 мГал), Кризисов (+90 мГал), Нектара (+80 мГал), Влажности (+60 мГал). Удивительно, что эти большие аномалии, или, как их называют, масконы, связаны с лунными морями («Земля и Вселенная», № 3, 1970, стр. 32—38.— Ред.). На Земле тоже много аномальных районов, но они встречаются в основном в горах и глубоководных впадинах Мирового океана. Наибольшие аномалии, наблюдаемые на Земле, составляют 300—400 мГал. Так как сила тяжести на поверхности Земли около 980 Гал, а на Луне она примерно в 6 раз меньше (165 Гал), большие аномалии силы тяжести на Луне значительно «весомее» земных.

В 1971 году, когда с борта «Аполлона-15» был запущен искусственный спутник на окололунную орбиту, удалось создать карту гравитационных аномалий обратной стороны Луны. Оказалось, что на Луне, как и на Земле, практически все положительные аномалии связаны с горными районами, причем величины этих аномалий даже немного больше, чем в лунных морях на видимой стороне Луны.

Данные радиотехнических наблюдений позволили советским исследо-



вателям вычислить массы масконов и построить модели, которые удовлетворительно соответствуют распределению аномалий силы тяжести на поверхности Луны. Определены и главные моменты инерции трех основных масконов (Моря Ясности, Кризисов и Дождей) в предположении, что масконы не точечные массы, а диски, некоторым образом ориентированные в теле Луны.

НОВЫЕ МЕТОДЫ В ГЕОДЕЗИИ

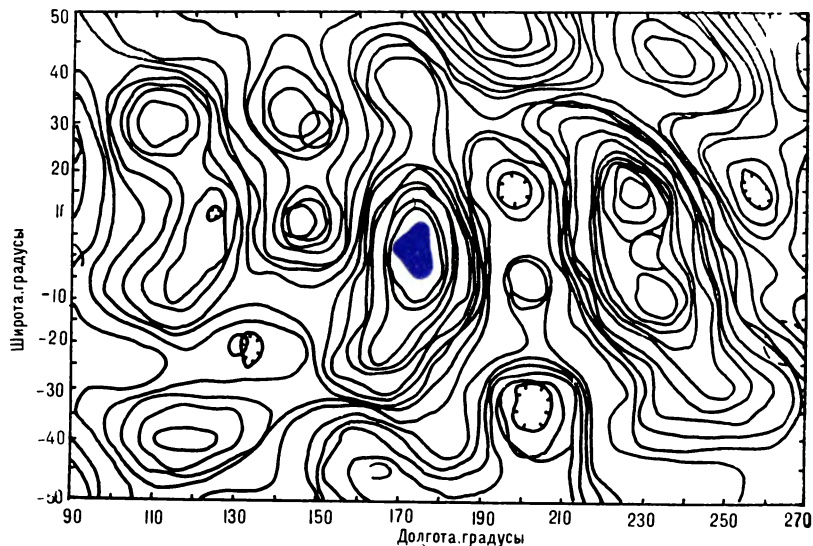
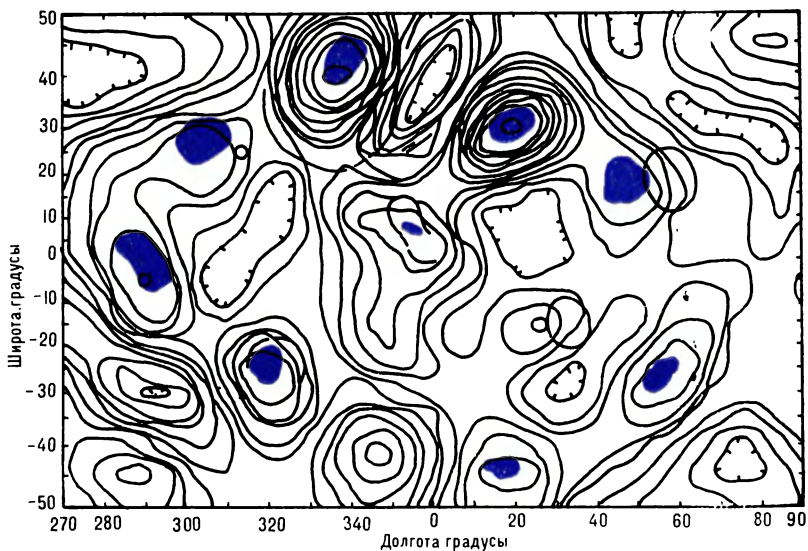
Радиотехническим методом можно изучать не только гравитационное поле Луны, но и гравитационное поле Земли. Разработаны идеи будущих экспериментов на околоземных орбитах, однако их техническая реализация сталкивается со многими трудностями. Предлагается, например, запустить спутник на орбиту, возможно более близкую к земной поверхности. За полетом этого спутника можно наблюдать с Земли, а

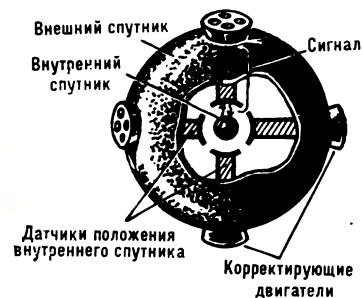
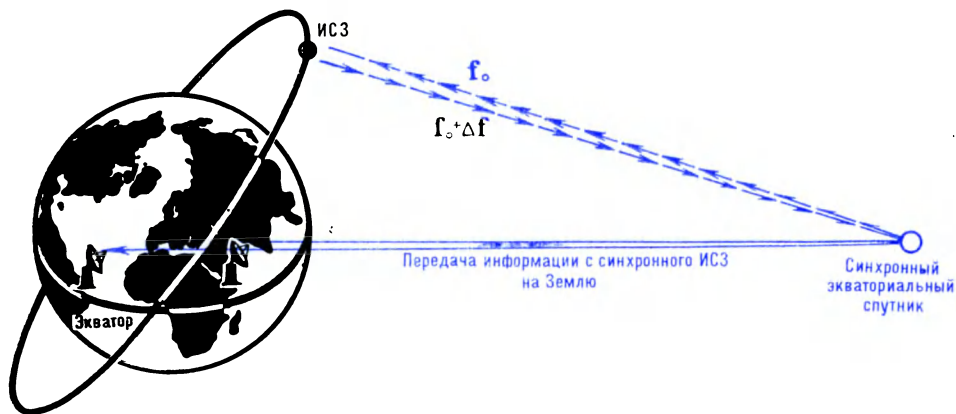


Схема радиотехнического слежения за искусственным спутником Луны. По радиальной скорости ИСЛ рассчитывается сила притяжения спутника Луной. Внизу — запись «всплеска» ускорений над лунными морями, полученная из наблюдений за ИСЛ «Лунар Орбитер»



Изоаномалы — линии равных значений аномалий силы тяжести — на видимой (вверху) и обратной сторонах Луны (составил У. Сьёгерен). Выделены масконы





можно и с двух или трех синхронных экваториальных ИСЗ, которые будут передавать информацию на Землю. Напомним, что синхронный экваториальный спутник Земли с периодом обращения, равным 24 часам, неподвижно «висит» над одной точкой земной поверхности и «видит» только одну половину земного шара. В этой схеме есть одно слабое звено: сопротивление земной атмосферы приводит к быстрой гибели ИСЗ, летающих на небольших высотах над поверхностью Земли. Чтобы в какой-то степени нейтрализовать сопротивление земной атмосферы, предлагают строить «спутник в спутнике». Такая система уже обсуждалась в научной литературе, и ее реализация возможна. Следя с синхронного спутника за близким к Земле ИСЗ, мы будем получать значения возмущающих гравитационных ускорений тем же методом, который привел к открытию масконов на Луне. В принципе с помощью этого метода можно составить гравиметрическую карту, например, Тихого океана, то есть решить задачу, которая несмотря на развитие морской гравиметрии, остается до сих пор нерешенной.

Однако этот метод имеет недостаток, обусловленный тем, что гармоники низких порядков ($n=2, 3, 4$) пренебрежимо мало влияют на все три синхронных спутника. Поэтому при наблюдениях будут регистрироваться

изменения скорости близкого ИСЗ, составляющие несколько километров в секунду. А значит, выявить тонкую структуру земного гравитационного поля будет довольно сложно.

Высказана и другая идея, осуществление которой позволит изучить тонкую структуру гравитационного поля Земли. Предлагается запустить на одну орбиту два ИСЗ на расстоянии примерно 200 км друг от друга. Влияние низких гармоник на движение этих спутников разделить практически не удастся, зато влияние гармоник высших порядков (с большими n) выделится. При наблюдении такой пары ИСЗ определяется изменение скорости порядка долей метра в секунду, и относительная скорость спутников окажется непосредственной мерой разности их кинетических энергий или гравитацион-

ных потенциалов. Мы получим как бы непрерывный профиль гравитационного потенциала, но не на поверхности Земли, а на высоте, равной высоте орбиты. По этим данным можно рассчитать гравитационный потенциал на поверхности Земли. Главная трудность проекта состоит в том, что невозможно запустить спутники на абсолютно идентичные орбиты. Аномалии силы тяжести приведут к возмущениям орбит, и даже при очень малых начальных расхождениях орбиты с течением времени будут все больше и больше отличаться друг от друга, то есть два ИСЗ будут двигаться уже не по одной орбите, а по двум близким, но разным орбитам. В этом случае относительная скорость их движения уже не характеризует гравитационный потенциал.

Предложенные проекты геодезических спутников близки к реализации. Над их осуществлением работают специалисты многих стран.

Исследование гравитационного поля Земли с синхронного ИСЗ

Схема устройства «спутник в спутнике» (для наглядности размеры внутреннего спутника уменьшены). Когда внутренний спутник подойдет к датчику ближе некоторой заданной величины, на корректирующий двигатель поступит сигнал и двигатель «оттолкнет» внешний спутник в противоположную сторону



Кандидат физико-математических наук
В. Г. СОКОЛОВ

Сближение планет в 1982 году

Опубликованная в 1974 году американским еженедельником «Нью-суик» статья «Когда планеты выстраиваются в линию» * начинается так: «Человечество, возможно, сумеет предотвратить ядерную войну, но с природными катастрофами ему пока остается лишь мириться. Через каких-нибудь восемь лет Земле, возможно, предстоит пережить целую серию потрясений. В 1982 году все девять планет Солнечной системы вытянутся в «линию» с одной стороны от Солнца, подобно небесному «почетному караулу» на параде светил».

В статье излагается гипотеза американских астрономов Д. Гриббина и С. Плейджмена, по мнению которых, предстоящее в 1982 году сближение планет повлечет за собой весьма мрачные события: «Сначала притяжение выстроившихся в шеренгу планет вызовет резкое усиление магнитной активности Солнца, на котором как раз в тот момент цикл пятнообразовательной деятельности достигнет своего «пика». В результате солнечные бури разгуляются не на шутку, последует целый ряд солнечных вспышек чудовищной силы». Авторы гипотезы считают, что вспышки на Солнце приведут к резкому изменению циркуляции воздушных потоков в верхней атмосфере, а значит, и к серьезному нарушению в сложившейся

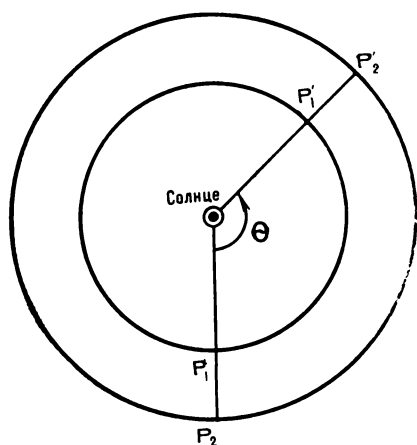
Могут ли выстроиться девять больших планет Солнечной системы в одну линию! А если выстроятся, то не приведет ли это к катастрофическим событиям на нашей Земле!

картине погоды. Трение о земную поверхность воздушных потоков, изменивших свое направление, вызовет уменьшение угловой скорости вращения Земли, а это, в свою очередь, спровоцирует сильные землетрясения в тех районах, где недра находятся в состоянии неустойчивого равновесия. Гриббин и Плейджмен утверждают, что землетрясения 1972 года произошли, якобы, вследствие уменьшения угловой скорости вращения Земли и удлинения суток на 0,001 секунды, а все эти события в конечном счете тесно связаны с наблюдавшимся в то время усилением солнечной активности. По мнению Гриббина и Плейджмена, планеты «выстраиваются» в линию в среднем каждые 179 лет.

В заключение авторы гипотезы в всякий случай делают оговорку относительно того, что описанные события не следует рассматривать как фатальную неизбежность. К сожалению, однако, семена тревоги за будущее, посеянные статьей, дали всходы: у многих читателей апокалиптические прогнозы американского еженедельника вызвали не только повышенный интерес к ожидаемому в 1982 году расположению планет, но и серьезное беспокойство. Более того, версия Гриббина и Плейджмена получила широкий резонанс в научных кругах и даже явилась предметом особого обсуждения на состоявшемся в начале 1976 года в Пулковской обсерватории Всесоюзном совещании «О воздействии планет на солнечную активность, космические лучи, сейсмическую активность Земли». Попытаемся установить, в какой степени



* С сокращениями статью перепечатал еженедельник «За рубежом» (№ 40, 1974) под названием «Когда планеты выстраиваются, как на параде». Этот заголовок — не вполне строгий перевод оригинального «When planets align».



утверждение Гриббина и Плейджмена о «выстраивании планет в линию» соответствует действительности, а сделанные выводы являются научно обоснованными.

СОСТОИТСЯ ЛИ «ПАРАД ПЛАНЕТ»?

На схеме, которой американский еженедельник сопроводил свою статью, все планеты вытянулись вдоль прямой, проходящей через Солнце, по одну сторону от него, то есть внутренние планеты (Меркурий и Венера) находятся точно в нижнем соединении относительно Земли, в то время как верхние (все остальные) — в противостоянии. Покажем, что это практически невозможно.

Планеты обращаются вокруг Солнца почти по круговым орбитам, плоскости которых довольно близки друг к другу. Исключение составляют лишь Меркурий и Плутон: эксцентриситеты их орбит равны, соответственно, 0,21 и 0,25, а наклонены орбиты к плоскости эклиптики (плоскости земной орбиты) на 7 и 17,1°. Для остальных планет эксцентриситеты не превосходят 0,1 а наклоны орбит к плоскости эклиптики — 3,5°. Движение всех планет происходит

■
Две планеты, обращаясь вокруг Солнца, периодически оказываются на одной прямой, по одну сторону от Солнца. При этом радиус-вектор «внешней» планеты P_2 поворачивается на угол θ , а радиус-вектор «внутренней» планеты P_1 — на угол $\theta + 360^\circ$

в одном и том же направлении — против часовой стрелки, если на Солнечную систему смотреть со стороны Северного полюса эклиптики. По мере удаления планет от Солнца, периоды их обращения относительно звезд (звездные периоды) увеличиваются, а средние угловые скорости орбитального движения уменьшаются.

Любая пара планет, если пренебречь наклоном их орбит, периодически оказывается на прямой, проходящей через Солнце, по одну сторону от него. Промежуток времени, протекающий между двумя такими последовательными конфигурациями, называется **синодическим периодом**. Величина этого периода обратно пропорциональна разности средних угловых скоростей орбитального движения планет. Средние значения синодических периодов (так же, как и звездных) колеблются в очень широких пределах: от 88 суток для пары Меркурий — Плутон* до 484 лет для пары Нептун — Плутон.

Три планеты периодически выстраиваются в линию вместе с Солнцем только в том случае, если помимо компланарности орбит удовлетворяются условия соизмеримости их звездных периодов, а сами планеты и Солнце в некоторый момент времени находятся на одной прямой. В действительности эти условия не выполняются, и три планеты, вообще говоря, не могут ока-

заться на одной прямой с Солнцем. Что же касается выстраивания в линию всех девяти планет, то за все время существования Солнечной системы такая конфигурация вряд ли когда-нибудь была в прошлом или произойдет в будущем. (Разумеется, при условии, что современная картина планетных движений не менялась в прошлом и не изменится в будущем.) Таким образом, приведенную в американском еженедельнике конфигурацию следует понимать лишь как **условное изображение** ожидаемого в 1982 году расположения планет.

Благодаря различию угловых скоростей орбитального движения все планеты могут сблизиться. Угол сферического сектора, в котором они будут находиться, небольшой. Его величина в направлении, перпендикулярном эклиптике, не превосходит суммы наклонов орбит Меркурия и Плутона, то есть 24,1°, а вдоль эклиптики может варьировать в широких пределах.

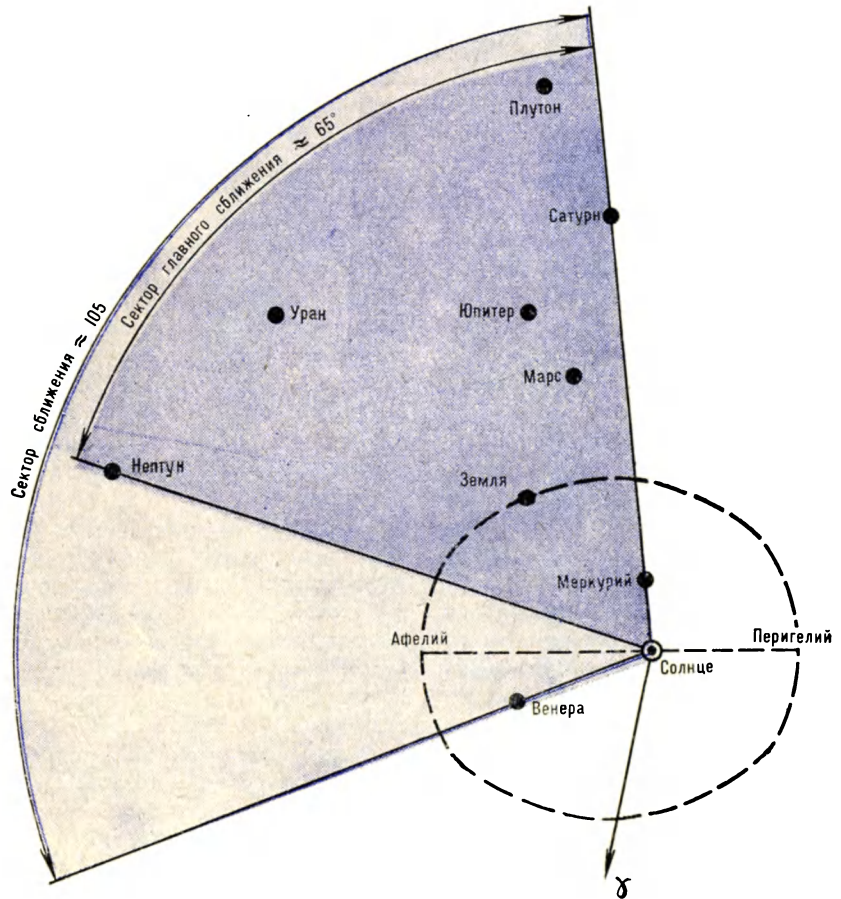
Вследствие малости угловых скоростей орбитального движения планет-гигантов и Плутона, образуемая ими пространственная конфигурация существенно не меняется в течение длительного промежутка времени. Действительно, за год Земля совершает полный оборот вокруг Солнца, а планеты-гиганты и Плутон проходят по своим орбитам дуги, средние значения которых лежат в пределах от 30° (для Юпитера) до 1,5° (для Плутона). Поэтому при определении планетной конфигурации следует исходить прежде всего из взаимного расположения планет-гигантов и Плутона.

* Синодический период обращения Меркурия относительно Плутона лишь на 2 часа больше звездного периода Меркурия.

Введем понятие **сектора сближения**, определив его как проекцию телесного угла, содержащего все планеты, на плоскость эклиптики. Условимся считать сближением такое расположение планет, при котором угол этого сектора меньше 180° . Сектор, образованный планетами-гигантами и Плутоном, назовем **главным сектором сближения**.

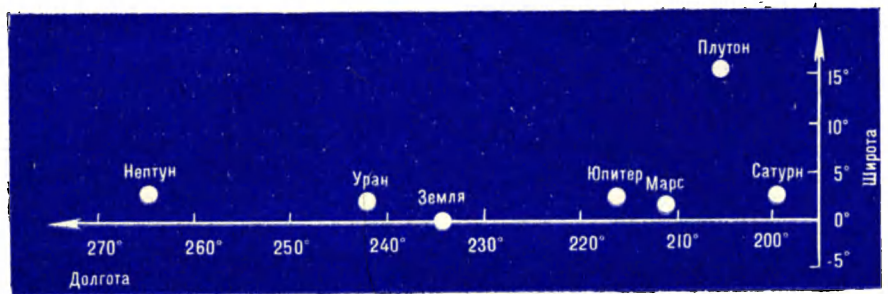
Проследим за положением планет в 1982 году, обращая особое внимание на моменты противостояния внешних планет, то есть на конфигурации, при которых Солнце, Земля и внешняя планета близки к расположению вдоль прямой линии. В противостоянии планету особенно удобно наблюдать, поскольку она в это время ближе всего к Земле и повернута к ней всем своим освещенным полушарием. Кроме того, планета кульминирует примерно в полночь и, следовательно, видна как до, так и после полуночи.

К 1982 году угол главного сектора сближения составит около 70° . Однако в самом начале года в этом



Положение планет в проекции на плоскость эклиптики в середине мая 1982 года (вид с Северного полюса эклиптики). Масштаб расстояний от Солнца не соблюден. Перигелий и афелий своей орбиты Земля обычно проходит в первых числах января и июля, соответственно

Положение Земли и внешних планет в проекции на небесную сферу в середине мая 1982 года (для наблюдателя, расположенного на Солнце)



НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Планеты	Среднее расстояние от Солнца, а. е.	Звездный период обращения, годы	Масса, ед. массы системы Земля—Луна	Высота прилива на Солнце, мм
Меркурий	0,39	0,24	0,055	$0,20 \pm 0,12$
Венера	0,72	0,62	0,80	$0,45 \pm 0,01$
Земля	1,0	1,0	1,0	$0,21 \pm 0,01$
Марс	1,5	1,9	0,11	0,01
Юпитер	5,2	11,9	314	$0,47 \pm 0,07$
Сатурн	9,5	29,5	94	0,02
Уран	19,2	84,0	14	10^{-4}
Нептун	30,1	165	17	10^{-4}
Плутон	39,5	250	0,18	10^{-6}

Примечание: Число значащих цифр в таблице сознательно ограничено двумя-тремя. За 1 а. е. принимается среднее расстояние Земли от Солнца, равное $1,5 \cdot 10^8$ км. Масса системы Земля—Луна почти в 330 тыс. раз меньше солнечной.

секторе не только не будет ни одной планеты земной группы, но вообще никакого их сближения не произойдет. Противостоянием Сатурна в конце первой декады апреля 1982 года знаменуется вход Земли в главный сектор сближения, внутри которого к середине апреля соберутся все планеты, за исключением Меркурия. Последний в это время займет относительно Солнца положение, прямо противоположное главному сектору сближения. Противостояние остальных внешних планет произойдет в следующем порядке: Марс (начало апреля), Плутон (середина апреля), Юпитер (конец апреля), Уран (конец мая). Земля покинет главный сектор сближения в конце второй декады июня.

Планеты земной группы не будут одновременно находиться в главном секторе сближения. Так, в середине мая, когда Меркурий входит в сектор, Венера уже далеко уйдет от него, обогнав лежащий на границе сектора Нептун почти на 40° . Однако именно в это время сектор сближения, содержащий все планеты, окажется минимальным и его угол составит около 105° .

Поскольку угловая скорость Сатурна больше, чем Нептуна и Плутона, угол главного сектора сближения постепенно уменьшается. В середине мая он равен 65° , а в конце 1982 года, когда Сатурн обгонит

планету Плутон, угол станет даже несколько меньше 60° . Примерно это значение угла сохранится до марта 1984 года, а затем начнет быстро увеличиваться: в сентябре 1984 года угол главного сектора сближения достигнет значения 70° , которое он имел в начале 1982 года. В дальнейшем вместе с ростом этого угла произойдет постепенный распад планетной конфигурации сближения.

С января 1982 года по сентябрь 1984 года планеты земной группы неоднократно пройдут через главный сектор сближения. Земля это сделает трижды. Внутри сектора она будет находиться с конца первой декады апреля до конца второй декады июня 1982 года, с середины апреля до начала июня 1983 года и с середины апреля до третьей декады июня 1984 года. Однако сближения, более тесного, чем в мае 1982 года, в эти периоды не будет. Отметим, что в середине мая 1982 года расстояние от Солнца до Плутона, который подходит к своему перигелию, окажется на 93 млн. км меньше, чем до Нептуна.

Итак, вместо выстраивания в линию в 1982 году произойдет сближение планет. Все они соберутся в секторе с минимальным углом раствора 105° .

Теперь попытаемся оценить, насколько обоснованы прогнозы Грив-

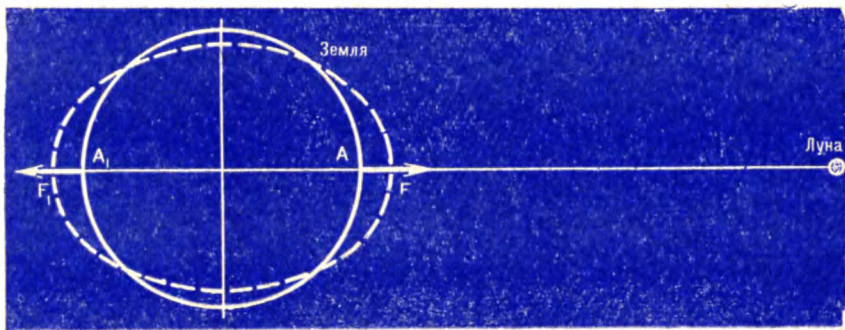
бина и Плейджмена о влиянии планет на геофизические процессы. Эти прогнозы базируются на ряде утверждений, каждое из которых в действительности следует рассматривать лишь как более или менее вероятное предположение.

ПРИЛИВЫ НА СОЛНЦЕ И НА ЗЕМЛЕ

По мнению некоторых ученых, солнечная активность является результатом действия приливов, вызываемых на Солнце притяжением планет, среди которых основную роль играют Меркурий, Венера, Земля и Юпитер. Такое предположение возникло, вероятно, по аналогии с гипотезой о влиянии лунно-солнечных приливов на сейсмическую деятельность Земли.

Как известно, приливообразующие силы, стремясь вытянуть тело Земли вдоль прямой, соединяющей ее центр масс с Луной, деформируют земную поверхность («Земля и Вселенная», № 4, 1966, стр. 40—48.—Ред.). На ней появляются два горба (приливная волна), один из которых находится на стороне, обращенной к Луне, а другой — на противоположной. Приливные волны чередуются с отливными, при этом наибольший отлив происходит в тех районах, где Луна видна на горизонте.

Из-за эксцентricности лунной орбиты высота приливной волны в открытом океане колеблется около среднего значения 36 см с амплитудой 6 см, причем экстремальные значения, равные 42 и 30 см, достигаются, когда Луна располагается, соответственно, в перигее и апогее. Приливы, обусловленные притяже-



нием Солнца, составляют 16 ± 1 см. Наиболее сильные приливы с высотой волны до 60 см происходят, когда Земля, Луна и Солнце находятся приблизительно на одной прямой. (Вблизи берегов подъем воды по ряду причин может во много раз превосходить указанное выше значение.) Приливным влиянием планет на Землю можно пренебречь, поскольку высота приливной волны от притяжения Венеры не превосходит 0,02 мм, а от остальных планет еще меньше. Приливные волны возникают не только в гидросфере, но и в твердом теле Земли, где их высота, однако несколько меньше.

Еще в середине прошлого века было замечено, что чаще всего землетрясения происходят, когда Луна находится в сизигии — новолунии и полнолунии — в окрестности перигея. Связь землетрясений с приливами изучали многие сейсмологи. Однако их результаты оказались противоречивыми. Положение существенно не изменилось до настоящего времени, несмотря на то, что в последние годы появились новые аргументы в пользу влияния космических факторов на сейсмическую активность. Например, в отдельных районах обнаружена связь сильных землетрясений с движением плоскости лунной орбиты.

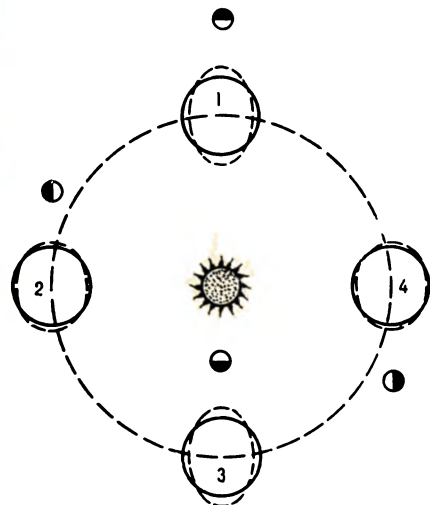
Согласно современным представлениям, за сейсмическую активность ответственны геологические процессы, которые происходят в верхней мантии Земли. Постепенно накапливаясь, энергия недр периодически прорывается на поверхность Земли в тектонически неустойчивых районах. Внутренние напряжения в зем-

ной коре, создаваемые приливами, примерно в 100 раз слабее тех, которые сами по себе могли бы привести к землетрясениям. В недрах Земли на глубине 800—900 км приливообразующие силы примерно вдвое меньше, чем на поверхности. Однако приливные волны, несмотря на их малость, постоянно расшатывают кору, способствуя возникновению тектонических смещений и разрывов. В настоящее время принято считать, что большие приливы играют роль «спусковых» сил, «провоцирующих» землетрясения. Но приливы могут лишь подготовить условия для землетрясения, не вызвав его непосредственно по тем или иным причинам.

В отличие от Земли, сейсмическая активность Луны обнаруживает корреляцию с ее положением на орбите, проявляясь преимущественно в периоды прохождения Луны че-

■ *Приливообразующая сила F в точке A направлена к Луне, а F_1 в точке A_1 — в противоположную сторону. Благодаря тому, что расстояние до Луны в 60 раз больше земного радиуса, силы F и F_1 приблизительно равны по абсолютной величине. Под действием приливообразующих сил Земля принимает форму, близкую к эллипсоиду вращения (его сечение изображено пунктирной линией)*

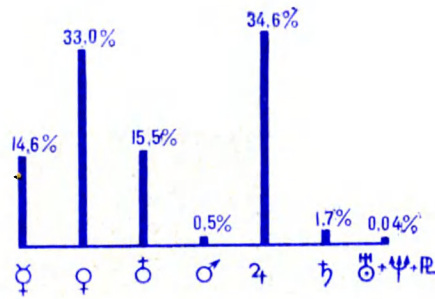
■ *На Земле приливы наибольшие, когда Земля, Луна и Солнце выстраиваются почти вдоль прямой линии (1, 3), и наименьшие, когда Луна и Солнце располагаются под прямым углом относительно Земли (2, 4)*



рез перигей («Земля и Вселенная», № 5, 1973, стр. 40—46.— Ред.). Причиной такой зависимости, по-видимому, в относительно больших приливных напряжениях, создаваемых притяжением Земли в теле Луны.

По сравнению с приливами на Земле и Луне, приливы на Солнце от планет чрезвычайно малы: высота приливной волны на поверхности Солнца от каждой из планет составляет доли миллиметра*. Даже если все планеты выстроит в линию вместе с Солнцем, приливная волна будет иметь высоту всего $1,36 \pm 0,21$ мм (максимальное теоретическое возможное значение 1,57 мм достигается, когда все планеты находятся в своих перигелиях). Поскольку диаметр Солнца почти в 110 раз больше диаметра Земли, то приливная деформация Солнца по крайней мере в 40 тыс. раз меньше деформации Земли от лунно-солнечных приливов. В недрах Солнца, ответственных за внешние проявления его активности, приливные эффекты значительно меньше: например, на расстояниях от центра Солнца, равных половине его радиуса,

* Высота приливной волны прямо пропорциональна массе планеты и обратно пропорциональна кубу ее расстояния от Солнца. Поэтому, несмотря на огромное различие масс Венеры и Юпитера, приливы от этих планет примерно одинаковы.



высота приливной волны никогда не превосходит 0,1 мм. Таким образом, приливные напряжения в недрах Солнца ничтожно малы. В последнее время появились сообщения об открытии пульсаций Солнца с периодом 2 часа 40 минут, которые сопровождаются изменениями его диаметра до 10 км. На фоне таких изменений приливные эффекты выглядят ничтожно малыми.

Как уже было сказано, некоторые ученые связывают 11-летний цикл солнечной активности с приливами от четырех планет — Меркурия, Венеры, Земли и Юпитера, приливный вклад которых составляет 98%. Крайне сомнительно, что приливное влияние остальных пяти планет может привести к резкому усилению солнечной активности. Кроме того, роль, отводимая в сближении Урану, Нептуну и Плутону, вовсе проблематична, так как высота приливной волны от этих планет никогда не превосходит 0,0006 мм!

Приливный эффект от всех девяти планет в мае 1982 года будет примерно втрое меньше максимально возможного и составит около 0,5 мм. В самом деле, во-первых, Меркурий, Венера, Земля и Юпитер в этот период находятся далеко от своих перигелиев, так что их расстояние от Солнца больше, а следовательно, приливное воздействие меньше среднего. Как показывают расчеты, высота приливной волны от каждой из этих планет равняется, соответственно, 0,12, 0,44, 0,20 и 0,41 мм. Во-вторых, Венера и Юпитер расположатся почти под прямым углом относительно Солнца, поэтому их приливные волны наполови-

ну погасят друг друга. В-третьих, планеты находятся не на прямой, а внутри некоторого сектора, что также приведет к уменьшению высоты прилива.

Поскольку наибольшие приливы на Солнце вызывают Венера и Юпитер, то обычно высота приливной волны максимальна, когда обе планеты выстраиваются в линию вместе с Солнцем. Причем высота прилива практически не зависит от того, находятся ли планеты по одну сторону от него или по разные. (Совершенно неясно, почему Гриббин и Плейджмен отводят столь большую роль в приливном влиянии планет их расположению по одну сторону от Солнца.) Синодический период Венеры относительно Юпитера составляет 237 суток (около 8 месяцев). Поэтому период, по истечении которого прилив от этих планет вновь достигает своего максимума, равен примерно четырем месяцам. В 1982 году Венера и Юпитер выстраиваются в линию трижды: в марте и ноябре — по одну сторону от Солнца, в июле — по разные. Высота приливной волны на Солнце от всех планет в эти месяцы составит около 1 мм, то есть окажется вдвое больше, чем во время сближения в середине мая. Что касается приливов с высотой порядка 1 мм, то они

■
Средний вклад Меркурия (♀), Венеры (♀), Земли (♁), Марса (♂), Юпитера (♃), Сатурна (♄), Урана (♅), Нептуна (♆) и Плутона (♇) в высоту приливной волны на Солнце

обычны для Солнца, так как регулярные соединения Венеры и Юпитера, повторяющиеся ежегодно по крайней мере трижды, вызывают приливы высотой $0,92 \pm 0,08$ мм.

Подводя итоги, можно сказать, что приливы от планет вряд ли влияют на активность Солнца и прогноз резкого усиления солнечной активности в 1982 году выглядит крайне сомнительным. Более того, по мнению гелиофизиков, очередной максимум солнечной активности ожидается не в 1982 году, как утверждают Гриббин и Плейджмен, а на два-три года раньше. Предполагается также, что наступающий цикл будет менее интенсивным, чем предыдущий.

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Вспышки на Солнце обычно сопровождаются резкими изменениями циркуляции воздушных потоков в верхних слоях земной атмосферы. Эти изменения, как справедливо отмечено в статье «Ньюсуик», могут привести к колебаниям угловой скорости вращения Земли. Однако такие колебания вызваны, вероятно, не трением воздушных потоков о земную поверхность, а перераспределением момента импульса между Землей и ее атмосферой. Например, какое-либо усиление западных ветров увеличивает момент импульса верхней атмосферы и одновременно уменьшает момент импульса Земли, в результате чего ее вращение замедляется.

Колебания скорости вращения Земли, так же как лунно-солнечные приливы, в принципе способны вы-



звать землетрясения. Однако до сих пор никакой связи между сильными землетрясениями и фазами солнечной активности не обнаружено. Вместе с тем, за наибольшие колебания угловой скорости вращения Земли ответственны, по-видимому, геологические процессы в недрах Земли. Последние могут приводить к вариациям продолжительности суток, достигающим 0,0034 секунды, то есть более чем втрое превосходить то изменение длительности суток, с которым Гриббин и Плейджмен связывают сильные землетрясения 1972 года.

Гораздо меньше известно о влиянии солнечной активности на процессы в тропосфере, непосредственно сказывающиеся на погоде. Некоторые геофизические исследования убедительно свидетельствуют о существовании такого влияния в достаточно больших интервалах времени. Однако часто метеорологические условия не обнаруживают никакой связи с активностью Солнца. Дело в том, что процессы, происходящие в атмосфере на больших высотах, вообще говоря, непосредственно не связаны с тропосферой. То же самое мы наблюдаем в океане во время шторма: его поверхность волнуется, а на большой глубине царит покойствие. Гриббин и Плейджмен предсказывают серьезные изменения в погоде на восемь лет вперед, а синоптики сейчас не дают сколько-нибудь надежных прогнозов даже на полгода.

В результате гравитационных возмущений от планет, расположенных в довольно узком секторе, расстояние Земли от Солнца может изме-

няться. Расчеты показывают, что в период сближения планет-гигантов в 1982—1984 годах расстояние Земли от Солнца в афелии несколько увеличится. Например, в начале июля 1982 года оно станет примерно на 70 тыс. км больше обычного. Это приведет к уменьшению освещенности на границе земной атмосферы всего на 0,1%. Заметим, что, вследствие эллиптичности орбиты, Земля ежегодно испытывает колебания освещенности, которые почти в 50 раз превосходят эту величину. Кроме того, ряд исследований указывает на возможность вариации солнечной постоянной в пределах 2% в зависимости от фазы солнечной активности. Все это убеждает нас в том, что ожидаемое незначительное увеличение расстояния практически никак не отразится на ходе геофизических процессов.

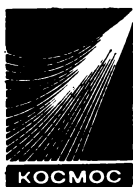
СБЛИЖЕНИЕ ПЛАНЕТ — ЯВЛЕНИЕ ОБЫЧНОЕ

Предстоящее в 1982 году сближение планет — событие не исключительное. Этого не отрицают Гриббин и Плейджмен. Однако их утверждение о том, что планеты «выстраиваются в шеренгу» в среднем каждые 179 лет, ошибочно. Во-первых, такая конфигурация вообще невозможна, а во-вторых, промежуток времени, по истечении которого оказываются на одной прямой с Солнцем две самые далекие планеты — Нептун и Плутон, составляет около 484 лет. Если же иметь в виду конфигурации, аналогичные той, что будет в 1982 году, то они, по-видимому, не обнаруживают периодичности. Например, в прошлом сто-

летия сближения происходили дважды — в 1805 и 1845 годах, а следующее за 1982 годом сближение планет придется на 2357 год.

Сближения планет в 1805 и 1845 годах не только не имели каких-либо катастрофических для Земли последствий, но, наоборот, судя по среднегодовым значениям относительных чисел солнечных пятен (чисел Вольфа), сопровождался сравнительно низким уровнем солнечной активности, причем сближение в 1845 году даже не совпадало по времени с максимумом соответствующего цикла. Действительно, если в период интенсивного максимума солнечной активности 1957—1958 годов среднегодовые значения чисел Вольфа составляли около 190, то в периоды сближения 1805 и 1845 годов — лишь около 40. Максимумы активности Солнца приходились на 1804 и 1848 годы и характеризовались значениями чисел Вольфа, равными 48 и 124.

Проведенный анализ свидетельствует о полной несостоятельности прогнозов Гриббина и Плейджмена. На упомянутом выше совещании в Пулковской обсерватории к аналогичному выводу пришли даже сторонники гипотезы о влиянии планет на солнечную активность. Нельзя, разумеется, исключать возможность «капризов» погоды или активизации сейсмической деятельности Земли в 1982 году. Однако подобные явления с более или менее равной вероятностью могут произойти в любой другой период времени. Во всяком случае, современный уровень наших знаний не позволяет связывать вариации геофизических процессов с расположением планет.



Доктор физико-математических наук
М. Я. МАРОВ

Новое о Марсе и Юпитере

С 25 августа по 1 сентября 1976 года в Гренобле (Франция) проходила XVI Генеральная ассамблея Международного астрономического союза («Земля и Вселенная», № 1, 1977, стр. 50—57). Среди проблем, обсуждавшихся на ее заседаниях, важное место занимали вопросы планетной астрономии, прежде всего результаты последних исследований планет космическими аппаратами. В центре внимания участников ассамблеи были Венера, Марс и Юпитер. Об исследовании Венеры советскими автоматическими станциями «Венера-9 и -10» журнал уже рассказывал («Земля и Вселенная», № 3, 1976, стр. 3—15). Публикуемая ниже статья посвящена первым результатам, переданным с околомарсианской орбиты и с поверхности Марса американской космической станцией «Викинг-1», а также некоторым новым сведениям о Юпитере, основанным главным образом на данных космических аппаратов «Пионер-10 и -11».

«ВИКИНГИ» — НА МАРСЕ

Космические аппараты «Викинг-1» и «Викинг-2», массой 3500 кг каждый, были запущены к Марсу 20 августа и 9 сентября 1975 года («Земля и Вселенная», № 3, 1976, стр. 16—20.—Ред.). Аппараты достигли планеты и вышли на орбиту ее искусственных спутников 19 июня и 7 августа 1976 года.

Посадочный модуль станции «Викинг-1» опустился на поверхность Марса 20 июля 1976 года в котловине Chryse Planitia (Равнина Хриса). Координаты места посадки 22,5° с. ш. и 48° з. д., радиус планеты в месте посадки 3389,5 км. Дно котловины довольно плоское, удачным оказался и микрорельеф, поэтому отклонение аппарата от местной вертикали составило менее 3°. Аппарат совершил посадку в разгар марсианского лета — 12 июля 1976 года, неделю спустя после дня летнего солнцестояния в северном полушарии Марса. Планету в это время отделяло от Земли около 341,5 млн. км.

Орбитальный отсек «Викинга-1» остался на околомарсианской синхронной орбите. Его минимальное удаление от поверхности планеты около 1500 км, максимальное — около 32 500 км, период обращения равен

В статье дан критический анализ научного материала, содержавшегося в докладах на XVI Генеральной ассамблее Международного астрономического союза и в ряде докладов на XIX сессии КОСПАР (Филадельфия, июнь 1976), а также в статьях, которые были опубликованы в журналах «Science» (193, 4255, 1976) и «Sky and Telescope» (52, 3, 4, 1976).

марсианским суткам — 24,61 часа и наклонение к экватору 37,74°. Через орбитальный отсек ретранслируются на Землю сигналы, передаваемые посадочным модулем. Аналогичная схема передачи информации используется на станции «Викинг-2», посадочный модуль которой опустился 4 сентября 1976 года в марсианской области Utopia Planitia (Равнина Утопия), в 6400 км к северо-востоку от «Викинга-1».

Выбранная орбита обеспечивает связь между посадочным и орбитальным аппаратами в течение примерно 40 минут, когда искусственный спутник Марса находится вблизи периаписа — точки минимального удаления орбиты от поверхности планеты. Информативность ретрансляционного канала связи 10—20 млн. бит в день. Наряду с этим используется непосредственная радиосвязь между Землей и посадочным модулем, во время которой контролируются параметры его систем и закладывается (либо корректируется) программа работы, хранящаяся в памяти бортового вычислительного устройства. Передаются по этой линии связи и данные измерений. Информативность прямого канала связи около 1 млн. бит в день.

В конце ноября — начале декабря условия радиосвязи с аппаратами были неблагоприятными в связи с тем, что 25 ноября 1976 года Марс находился в верхнем соединении.

РЕЛЬЕФ МАРСА

«Викинг-1» передает изображения поверхности планеты с разрешением от 1 км до 100 м. Марс фотографи-



руют две телевизионные камеры, установленные на орбитальном аппарате. Снимки, полученные на первых нескольких десятках витков вокруг Марса, охватывают в основном области предполагавшейся посадки аппарата — Chryse (Хриса), Cydonia (Кидония) и Capri (Козерог). Эксперимент проводится группой исследователей, возглавляемых М. Карром и Г. Мазурским из Геологической службы США.

Преобладающие формы рельефа в области Chryse — равнины, усеянные кратерами и пересеченные гор-

ными грядами. Эти равнины напоминают моря на Луне. Можно предположить, что марсианские равнины, как и лунные моря, образованы потоками лавы, обладавшей относительно малой вязкостью в диапазоне температур плавления. По составу

■ *Панорама марсианской поверхности, переданная с посадочного аппарата «Викинга-1». Поверхность планеты усеяна камнями с довольно острыми кромками. В левом верхнем углу фотографии видны пылевые наносы*

ву грунта они, очевидно, близки к базальтам. В этой же области встречаются отдельные плато, возвышающиеся над равниной. По-видимому, плато представляют собой остатки более древних форм рельефа, которые предшествовали излиянию лавы.

К наиболее впечатляющим деталям марсианского рельефа, пожалуй, нужно отнести желоба и внутри них «острова», очертания которых напоминают каплю слезы. Эти формы представляют собой яркие следы интенсивной эрозии на поверхности планеты. Они сформировались около

кратеров ударного происхождения и в обширных ложбинах с сильно сглаженным дном. Большинство исследователей связывают их происхождение с потоками жидкой воды, на пути которых марсианские кратеры или твердые породы оказались естественными преградами. Нам представляется, однако, более вероятным, что прорыли желоба, оставили множество характерных борозд на поверхности и сформировали «капельные» структуры около кратеров двигавшиеся ледники. Определенную роль в сглаживании и перераспределении фрагментированного материала, несомненно, играл ветер, так что следует говорить, скорее, об эологическо-геологической природе таких структур. Сказанное, разумеется, не опровергает представлений, что вода также влияла на формирование марсианского рельефа. Об этом свидетельствуют прежде всего многочисленные руслоподобные образования на поверхности. Появление жидкой воды связывается сейчас как с возможным ее выпадением из более плотной атмосферы в геологически отдаленную эпоху, так и с катастрофическими вариациями климата Марса. По существующим оценкам, такие вариации могут происходить вследствие периодического изменения наклона оси вращения планеты к плоскости орбиты (приблизительно от 17 до 35°), в результате чего изменяется приток солнечной энергии к полюсам. Их период может составлять от 100 тыс. до 1 млн. лет.

В области Chryse обнаружены разнообразные форм трещины. Они намного протяженнее трещин, кото-

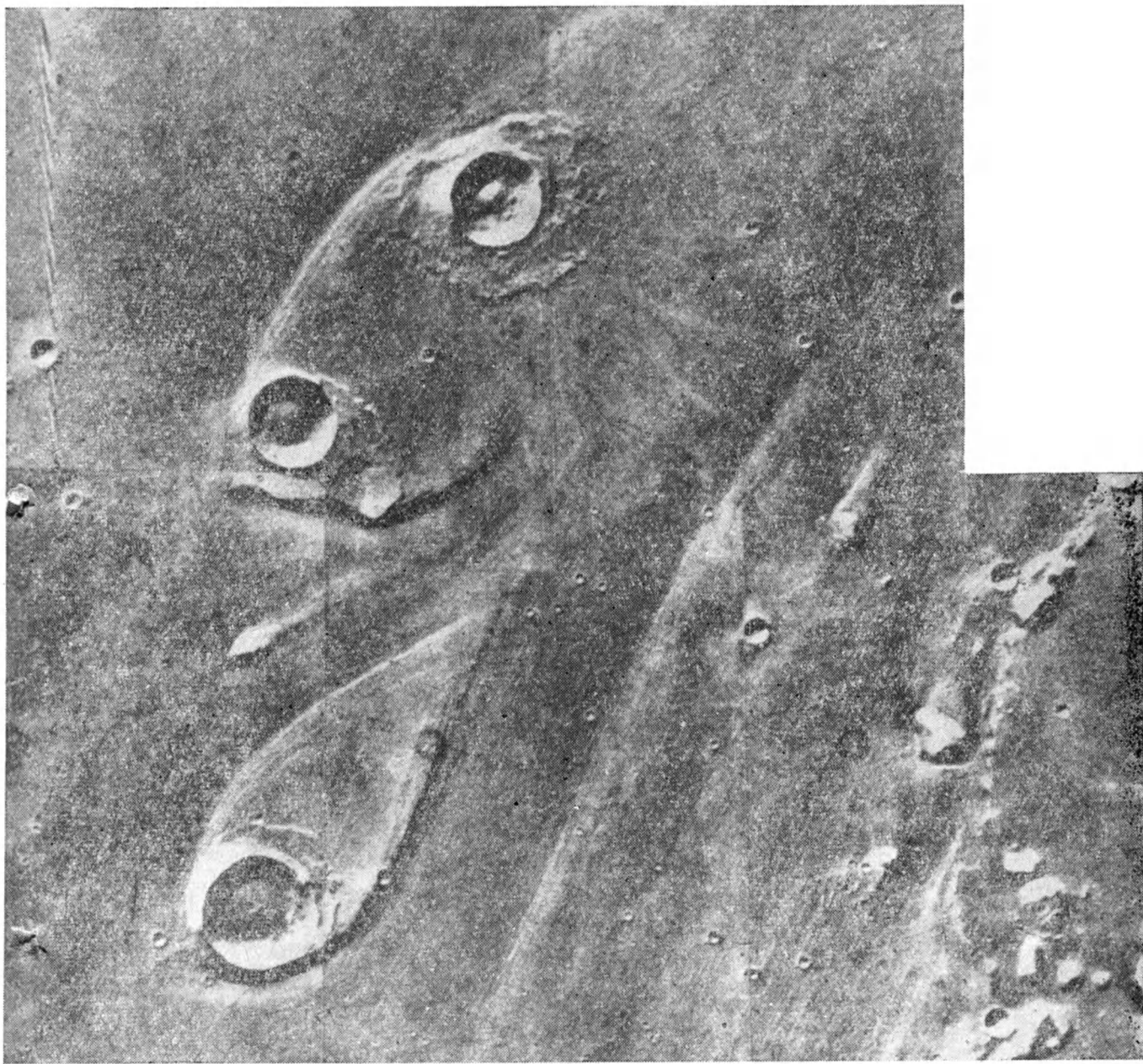
рые обычно возникают при остывании лавы. Вероятно, своим проявлением трещины обязаны процессам тектонической активности, а может быть, и слою вечной мерзлоты. В последнем случае придется допустить, что подповерхностный слой льда имеет значительную толщину.

В области Carpi, примыкающей к экваториальной системе каньонов, обращает на себя внимание разрушенная кромка одного из каньонов. Осыпавшаяся порода лежит на его склонах и на дне. Поскольку на дне нет кратеров, это свидетельствует о том, что процессы разрушения происходят непрерывно или, во всяком случае, закончились сравнительно недавно. На дне каньона, за отдельными возвышенностями и камнями видны «языки» пыли. Это доказывает, что сильные ветры дуют и в больших углублениях. Морфология «сечений» каньонов и оползней дает основание предполагать, что поверхностный слой Марса образован хорошо сцепленным материалом, а на больших глубинах преобладает менее связанный, а потому и легче разрушающийся материал. Авторы эксперимента считают, что под молодыми отложениями, возникшими при формировании равнин (благодаря вторичным выбросам из кратеров, взаимодействию с атмосферой и вулканической активности) залегают древние брекчированные породы.

Мозаика переданных снимков наглядно демонстрирует еще один вид динамических процессов на Марсе, по всей вероятности, непосредственно связанных со слоем вечной мерзлоты. В восточной части долины поперечником около 50 км и длиной

120 км видно огромное количество пустот, а на дне долины — следы осыпавшегося материала. В западном направлении поперечник и глубина долины постепенно уменьшаются вплоть до ее слияния с окружающей равниной. По-видимому, пустоты когда-то заполнялись подповерхностными льдами. Обнажение по каким-либо причинам поверхностного слоя могло привести к частичному испарению льдов и, как следствие, — к сбросу материала, состоявшего из смеси льда с основной породой, и образованию пустот. Американские исследователи предполагают, что формирование менее глубокой и узкой западной части долины происходило под воздействием потоков жидкой воды. Нам кажется более правдоподобным, что такие структуры формируются движущимися ледниками, которые постепенно сублимируют (жидкая вода не может существовать на Марсе при современных температуре и давлении), а значит, постепенно должна уменьшаться и глубина долины.

Предположение о важной роли подповерхностного льда в формировании рельефа Марса подтверждается и особенностями марсианских кратеров. До сих пор считалось, что форма и относительное расположение кратеров (особенно молодых) на Марсе должны быть близки к тому, что наблюдается на Луне и Меркурии. Новые данные обнаруживают ряд дополнительных особенностей. На склонах нескольких марсианских кратеров и в их ближайших окрестностях видны напластования сыпучего материала, выброшенного из



кратеров при падении метеорита. Эти напластования похожи на снежные лавины, застывшие на склонах гор. За ними иногда располагаются вторичные кратеры и яркие лучи. Ни на Луне, ни на Меркурии подобных примеров сохранения на склонах выброшенной из кратеров породы нет. По-видимому, это объясняется отсутствием на Луне и Меркурии атмосферы и подповерхностного льда,

при плавлении и испарении которого могли образоваться грязевые потоки, создавшие столь необычные покрытия на склонах некоторых, относительно молодых, марсианских кратеров. Кроме того, обнаружено, что, в отличие от Луны и Меркурия, на Марсе многочисленные вторичные кратеры распределяются вокруг основного, как правило, нерегулярно. Возможно, это связано с

■ Желоба в области Chryse на Марсе (снимок с орбиты «Викинга-1»). Возле кратеров ударного происхождения поперечником около 10 км, в местах, где поверхностный материал плотнее, образовались «острова», форма которых напоминает капли слезы. Максимальный размер капельных структур примерно 40 км. По всей вероятности, они образовались в результате движения ледников или потоков жидкой воды на поверхности планеты





частичным дроблением в марсианской атмосфере метеорита, образующего кратер, и выпадением одновременно с ним на близлежащую поверхность «метеоритного дождя». Подобные явления хорошо известны — они наблюдаются при вторжении крупных метеоритов в нашу земную атмосферу.

Как и на фотографиях Марса, переданных «Маринером-9» в 1972 году, на снимках «Викинга-1» отчетливо видны структуры, происхождение которых обусловлено переносом пыли ветром. Казалось бы, формы и

■ *Марсианский каньон вблизи экваториальной области планеты. Размер области на снимке 70 X 150 км, глубина каньона около 2 км. На склоне каньона видна осыпавшаяся порода. Вероятно, расширение каньона, захватившее крупный кратер, продолжается. Снимки сделаны с орбитального аппарата станции «Викинг-1»*

преимущественное направление таких структур должны существенно изменяться. Однако за пять лет, прошедших со времени эксперимента на «Маринере-9», больших изменений в расположении светлых полосок за кратерами и холмами в обследованных районах Марса не произошло. Пылевые наносы из более темного материала, наоборот, претерпели заметные изменения. Подтверждается высказанное ранее предположение о том, что наносы, сложенные материалом с меньшим альбедо, подвержены регулярным сезонным изменениям. Светлые пылевые наносы, очевидно образованные более крупными частицами, сохраняются неизменными на протяжении многих сезонов и могут переноситься лишь в периоды пылевых бурь.

Очень интересны переданные с поверхности Марса панорамы. На них видна красно-бурая сравнительно

ровная пустыня с песчаными дюнами и отдельными возвышениями, возможно представляющими собой кромки кратеров. Поверхность усыпана камнями разнообразных размеров. Небо на Марсе красноватого оттенка, что скорее всего объясняется наличием в атмосфере мелкой пыли, частицы которой эффективно рассеивают солнечное излучение в красной области спектра.

Удивительно, что многие марсианские камни имеют достаточно острые кромки, во всяком случае они

■ *Участок марсианской поверхности в области Sargi, вблизи экватора. Происхождение каньона, запечатленного на снимке, вероятно, связано с обвалами породы, происшедшими в результате таяния подповерхностных льдов. Углубления и пустоты на склоне каньона (справа) напоминают карстовые формы на Земле. Снимок получен с орбиты «Викинга-1»*



менее сглаженные, чем, казалось бы, должно быть в условиях интенсивной ветро-пылевой эрозии. Возможно, это вызвано преимущественным направлением ветров или сравнительно недавним обнажением поверхности в районе посадки. Вы сказано вместе с тем предположение, что эффективность процессов эрозии на Марсе переоценивалась. В пользу такого предположения, как будто бы, говорят результаты предварительного анализа морфологии несильно модифицированных кратеров на сравнительно древних участках поверхности, исследованных с орбиты. Однако на панорамах в районе посадки «Викинга-2» видны россыпи гораздо более сглаженных камней, большинство которых имеет пористую поверхность. Последнее довольно определенно связывает их образование с вулканическими лавами.

СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОРОД

Состав поверхностных пород в месте посадки «Викинга-1» определялся с помощью бортового рентгенофлуо-

■
Кратер Yuty поперечником 18 км в области Chryse. Центральная горка в кратере свидетельствует о его ударном происхождении. Материал, выброшенный из кратера при падении метеорита, как бы застыл на его склонах, образовав напластования, напоминающие по форме снежную лавину. Такие необычные формы отложений на склонах, вероятно, связаны с существованием подповерхностных льдов. В этом случае при ударе метеорита могут возникнуть грязевые потоки. Снимок сделан с орбиты «Викинга-1»

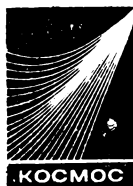
ресцентного спектрометра. Первые измерения дали следующие относительные объемные содержания компонентов: железа 12—15%, кремния 13—15%, кальция 3—8%, алюминия 2—7%, титана 0,5—2%. Пока, к сожалению, нет данных о магнии, марганце и щелочных металлах, нет оценки содержания кислорода. Это не позволяет подобрать наиболее близкий к измеренному составу тип горной породы, слагающей марсианскую поверхность. Основываясь на ранее полученных результатах, можно лишь утверждать, что новые данные не противоречат представлениям о значительной доле гидратированных окислов железа в ее минералогическом составе.

Физико-механические характеристики марсианского грунта определялись из анализа углублений посадочных опор аппарата и операций с грунтозаборным устройством. Предварительные оценки показывают, что марсианская порода несколько плотнее, чем использовавшаяся при наземной отработке аппарата модель лунного грунта со средней плотностью 1,67—1,8 г/см³, и значительно плотнее очень пористого, слабосвязанного грунта, на который рассчитывалось, как на наихудший случай, посадочное устройство. Другая независимая оценка плотности грунта получена из эксперимента с грунтозаборником. Он оставил на поверхности Марса углубление с довольно четкими очертаниями. По аналогии с земными грунтами предполагается, что такое углубление могло образоваться в слабосвязанном материале, имеющем частицы малого размера и плотность 1,2—1,7 г/см³.

АТМОСФЕРА МАРСА

Снимки Марса, полученные на подлетной траектории и с околомарсианской орбиты, позволили исследовать ряд атмосферных явлений. В утренние часы в северной полусфере планеты наблюдалась довольно плотная дымка. На лимбе были замечены слоистые облачные структуры, впервые обнаруженные на снимках, переданных «Марсом-3» в 1971 году. Нижний слой облаков располагался на высоте примерно 3 км, верхний — 40 км. Над районом Tharsis (Тарсис) наблюдались сравнительно плотные белые облака, в северном полушарии — диффузная облачность, вблизи экватора — слабодиффузные клочковатые облака. Облака сильнее контрастируют с поверхностью в ультрафиолетовых, чем в красных лучах. Последовательный ряд снимков позволил оценить скорость перемещения облаков. В северном полушарии она не превышала 10 м/с, в экваториальной зоне преобладал дрейф на запад со скоростью 15—45 м/с. Вблизи экватора по утрам в облаках наблюдались волновые структуры.

Одним из главных факторов, определявших выбор места посадки «Викингов», была высокая влажность, поскольку влажный район считается наиболее перспективным для поиска жизни. Наблюдения с орбиты проводились дифракционным спектрометром на длине волны 1,4 мкм. Прибор способен обнаружить количество водяного пара, соответствующего 1 мкм осажденной воды. Показано, что зимой в атмосфере Марса (южное полушарие) содержится чрезвычайно мало водяных паров (от



0 до 3 мкм осажженной воды). При переходе через экватор к северным широтам количество водяного пара постепенно увеличивалось. Максимальное содержание водяного пара для середины лета в северном полушарии составило 20—30 мкм.

К востоку от области Tharsis на 10° с. ш. зарегистрирована суточная вариация содержания влаги, соответствующая циклическим фазовым переходам вода — лед. Около 80% водяного пара сосредоточено в слое вблизи поверхности. Он, вероятно, находится в состоянии, близком к насыщению, с чем связано образование приповерхностной дымки или тумана на протяжении почти всех суток. По-видимому, сублимация льда, непосредственно контактирующего с атмосферой, — основная причина появления тумана на рассвете и повышения влажности в атмосфере.

С орбиты искусственного спутника Марса инфракрасным радиометром измерялось тепловое излучение поверхности и атмосферы планеты в четырех спектральных интервалах, охватывающих диапазон длин волн от 6,1 до 24 мкм, а также поток отраженной солнечной радиации на длинах волн 0,3—3,0 мкм. На широтах вблизи 20° в северном полушарии суточные изменения температуры поверхности достигали 80° . Минимальная температура около 180 К была зарегистрирована в предутренние часы (4—6 часов местного времени), максимальная приблизительно 260 К — около 14 часов местного времени. Температура стратосферы, которая определялась по излучению в полосе с длиной волны 15 мкм, сохранялась практически неизмен-

ной — около 170—180 К. На местные вариации температуры сильно влияет локальная структура поверхности, особенно в области каньонов. Районы полярной ночи в южном полушарии имеют очень низкую температуру поверхности — 134 К. Это значительно ниже температуры конденсации основной составляющей марсианской атмосферы — углекислого газа при давлении у поверхности около 6 мбар. По-видимому, на Марсе степень конденсации углекислого газа в течение года меньше, чем предполагалось, и либо сравнительно толстый слой облаков из углекислого газа образуется в атмосфере на высоте около 20 км над полярными районами, либо (что менее вероятно) в этих районах атмосфера обогащена неконденсируемыми газами.

Измерения над северной (летней) полярной шапкой неожиданно показали очень высокую влажность — около 100 мкм осажженной воды и одновременно высокую температуру — около 205 К. Отсюда предварительно сделан вывод, что оставшаяся после таяния полярная шапка преимущественно (а возможно, и полностью) состоит не из сухого, а из обычного водяного льда. Полярная шапка в северном полушарии простирается до 80° с. ш., толщина ее оценивается до 800 м.

Полученные «Викингом-1» средние значения давления, температуры и температурного градиента в тропосфере и стратосфере хорошо согласуются с данными измерений от высоты 80 км до поверхности, переданными в 1974 году спускаемым аппаратом советской межпланетной станции «Марс-6» («Земля и Вселен-

ная», № 5, 1974, стр. 7—11.— Ред.). В марсианской атмосфере обнаружен протяженный инверсионный слой. На высотах от 90 до 25 км температура уменьшалась от 165 до 120 К, локальные максимумы температуры отмечаются на высотах около 65 и 30 км. Средний температурный градиент в тропосфере меньше адиабатического (соответствующего конвективному равновесию в перемешиваемой атмосфере) и равен $3,7^\circ$ на 1 км.

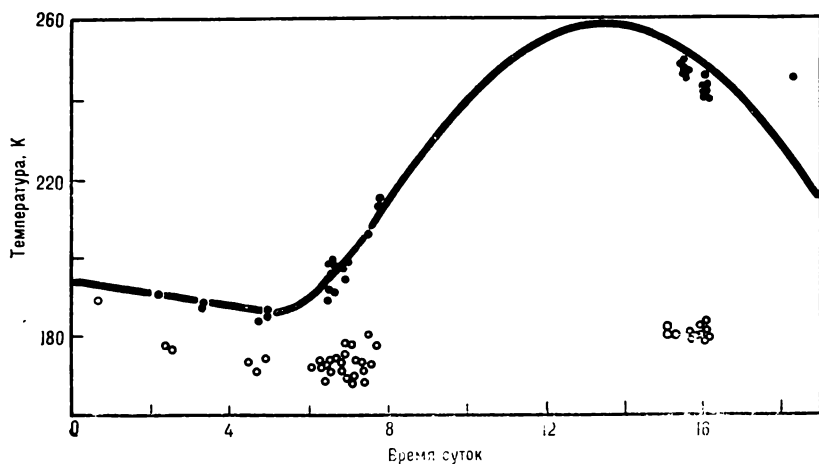
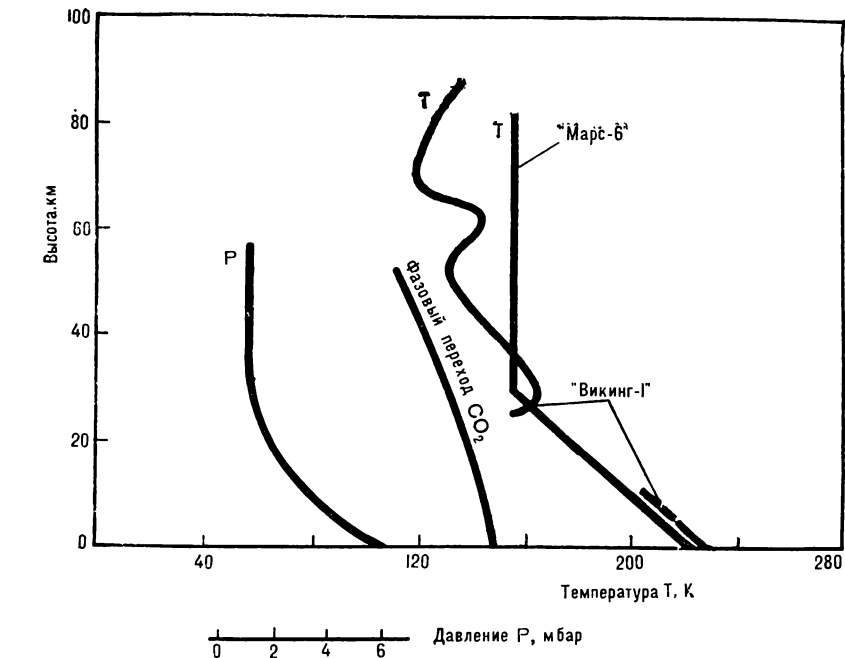
В месте посадки «Викинга-1» температура изменялась от 180 К в ночные до 244 К в дневные часы. Среднее давление составляло 7,65 мбар с суточной вариацией в пределах 0,1 мбар. Район посадки оказался на 2,9 км ниже среднего уровня поверхности, соответствующего давлению 6,1 мбар. Скорость ветра изменялась от 0 до 9 м/с, что также хорошо согласуется с оценками, полученными спускаемым аппаратом «Марс-6» в тропосфере. Направление ветра варьировалось в пределах почти 180° — примерно от восточного к западному.

Согласно предварительным данным, в марсианской атмосфере содержится 95% углекислого газа, 0,1—0,4% кислорода, 2—3% азота и 1—2% аргона. Еще раньше по наблюдениям с Земли и с космических аппаратов было оценено содержание окиси углерода — 0,16% и озона — 0,03%. Количество водяного пара в марсианской атмосфере сильно меняется вследствие взаимодействия с поверхностью. Отношения изотопов кислорода O^{18}/O^{16} и углерода C^{13}/C^{12} в атмосфере Марса близки к земным значениям. Отно-

шение изотопов аргона Ar^{36}/Ar^{40} составляет $1:2750 \pm 500$, что меньше, чем в земной атмосфере, почти на порядок. О неоне, криптоне и ксеноне в атмосфере Марса сведений пока нет. Их содержание не превышает порогов обнаружения ($10-50\%$).

Наибольший интерес, конечно, представляют измерения содержания аргона в атмосфере Марса, поскольку это имеет важные следствия для проблемы планетной эволюции. Косвенные оценки, полученные из данных «Марса-6», указывали на то, что в марсианской атмосфере может содержаться до $35 \pm 10\%$ аргона. Три независимых метода, использовавшихся на «Викинге-1» (два масс-спектрометрических и один рентгенофлуоресцентный), дали согласующиеся между собой значения около $1,5\%$.

Если исходить из содержания летучих элементов на Земле, то, учитывая различия в массах планет, в современной атмосфере Марса парциальное давление аргона должно бы составлять около $0,01$ мбар. Это соответствует относительному объемному содержанию аргона $0,2\%$. Как видим, измеренная величина почти на порядок больше. Поскольку аргон не конденсируется даже при самых низких температурах, зарегистрированных в полярных областях Марса, этот результат дает основание предположить, что при катастрофических вариациях климата марсианская атмосфера может оказываться не более чем вдесятеро массивнее существующей. Однако сопоставление по содержанию Ar^{40} , образующемуся в результате радиоактивного



распада калия в коре планеты, менее показательны при анализе эволюции атмосферы и палеоклимата, чем сопоставление содержаний нерадиоген-

ного изотопа Ar^{36} . Последний метод дает более надежный критерий при оценках соотношения летучих элементов, формирующих планетную

■ Структура тропосферы и стратосферы Марса по данным прямых измерений с посадочных аппаратов автоматических станций «Марс-6» и «Викинг-1». Результаты измерений хорошо согласуются между собой. В стратосфере планеты обнаружен протяженный инверсионный слой

■ Суточная вариация температуры атмосферы Марса, измеренная радиометром «Викинга-1» с околомарсианской орбиты. Точки — температура атмосферы у поверхности планеты, кружки — температура стратосферы, в которой суточные вариации не наблюдались

атмосферу. Используя такой подход и приведенное выше измеренное отношение Ar^{36}/Ar^{40} , американский ученый Т. Оуэн пришел к выводу, что количество газов, выделившихся при дегазации из недр Марса, раз в 100 меньше, чем из недр Земли. Если исключить возможность диссипации из атмосферы Ar^{36} , то это означает, что процесс дегазации на Марсе, возможно, был менее полным. В то же время отношения CO_2/Ar^{36} и N_2/Ar^{36} в марсианской атмосфере всего лишь на порядок меньше, чем в земной, тогда как относительные содержания CO_2 и N_2 для двух планет примерно одинаковы. Таким образом, если бы на Марсе степень дегазации недр соответствовала земной, давление марсианской атмосферы вряд ли могло бы составить больше 0,1 земного — вывод, как видим, хорошо согласующийся с оценками по Ar^{40} . Возможно, около 90% летучих элементов содержится на Марсе в слое вечной мерзлоты, в полярных шапках и в связанном состоянии в нитратах, окислах и карбонатах. С учетом относительных содержаний летучих элементов на Земле, современное количество воды на Марсе оценивается эквивалентной толщиной в несколько десятков метров.

В верхней атмосфере Марса, выше 100 км, кроме компонентов, входящих в состав тропосферы, измерены атомарный кислород и окись углерода, появляющиеся на этих высотах в заметном количестве в результате фотодиссоциации углекислого газа под действием солнечного ультрафиолетового излучения. Продукты диссоциации, в свою очередь,

участвуют в разнообразных химических реакциях, приводящих, в частности, к образованию молекулярного кислорода, содержание которого в верхней атмосфере больше, чем в тропосфере. Ион O_2^+ , возникающий в этих реакциях и в результате непосредственной ионизации, является основным компонентом марсианской ионосферы, максимальная плотность которой в дневное время приблизительно в 10 раз меньше плотности земной ионосферы в слое F_2 . Измеренная ионная температура на высоте 130 км оказалась равной около 160 К.

Мы рассказали лишь о самых первых результатах, переданных «Викингом-1». Не случайно, в статье не приведены данные биологических экспериментов, которым по существу подчинена вся научная программа этих космических аппаратов. Первые анализы проб марсианского грунта для выявления их биологической активности, несмотря на использование остроумных методов, обладающих достаточно высокой чувствительностью, дали противоречивые результаты. Не оправдались, к сожалению, и надежды наиболее оптимистично настроенных сторонников существования жизни на Марсе — на последовательно переданных панорамах не обнаружено каких-либо проявлений «деятельности» макроскопических биологических существ. По-видимому, в ближайшее время результаты экспериментов на «Викингах» будут уточнены и дополнены, а значит, будут расширены наши представления о природе Марса.

(Окончание в следующем номере журнала.)

СПУТНИК — ДОЛГОЖИТЕЛЬ



Искусственные спутники Земли уже в течение многих лет используются для геодезических измерений. Первоначально основной целью таких измерений была геодезическая привязка пунктов на поверхности Земли. В последнее время точность измерений повысилась настолько, что стало возможным регистрировать смещения земной коры. В принципе это позволит обнаружить присутствие напряжений, способных вызвать землетрясения, трещины и оседания, а в дальнейшем, быть может, удастся начать прогнозировать наиболее значительные стихийные бедствия. Точность измерений с использованием геодезических спутников повысилась благодаря тому, что удалось обеспечить большую стабильность их

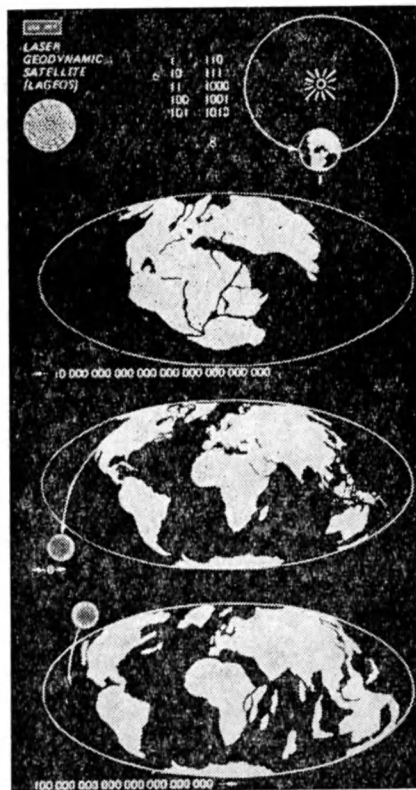
■
«Лагос» перед запуском

орбит, а также благодаря применению прецизионных лазерных измерительных установок. Спутник — это эталон, относительно которого определяются смещения земной коры, и, разумеется, положение самого эталона должно быть известно с максимальной точностью.

Примером такого эталона может служить американский геодезический (или, как его еще называют, геодинамический) спутник «Лягеос», выведенный 4 мая 1976 года на полярную близкую к круговой орбиту высотой примерно 6000 км. Чтобы уменьшить возмущения орбиты под влиянием аномалий гравитационного поля Земли, спутник должен иметь возможно большую массу, а чтобы уменьшить воздействие на спутник аэродинамического торможения и давления солнечных лучей, у него должна быть минимальная площадь поперечного сечения. Спутник «Лягеос» — шар диаметром 0,6 м с массой 400 кг. Он имеет тяжелую латунную сердцевину и легкую алюминиевую оболочку, на которой установлено 426 угольковых отражателей лазерного излучения.

Спутник «Лягеос» пассивный, то есть на нем нет ни радиоаппаратуры, ни источников электропитания, ни средств ориентации. Ракета-носитель вывела спутник на переходную эллиптическую орбиту с апогеем 6000 км. Перевод на круговую орбиту высотой 6000 км обеспечил разгонный двигатель, который, выполнив свою функцию, отделился. Поскольку этот двигатель стабилизировался вращением, спутник на орбите тоже вращается (~100 об/мин), однако, по расчетам, примерно через год после запуска вращение прекратится. Геодезические измерения возможны и при вращающемся спутнике.

Миниатюрный передатчик на отделившемся разгонном двигателе обеспечил целеуказание для оптических средств, которые произвели начальный захват спутника и сфотографировали его, на фоне звезд-



Послание нашим отдаленным потомкам. В верхней части таблички (10×18 см) изображен спутник, числа от 1 до 10 в двоичной системе и Земля, обращающаяся по орбите вокруг Солнца. Стоящая у Земли цифра 1 показывает, что за единицу измерения времени взят земной год. Ниже — предполагаемое положение земных материков в пермский период (примерно 225 000 000 лет назад). У этого изображения в двоичной системе дается число ~268 000 000. Стрелка, направленная влево, условно показывает, что речь идет о прошлом. (Число намеренно не сделано более близким к 225 000 000, чтобы подчеркнуть неточность современных знаний о дрейфе материков.) Еще ниже — положение материков в момент запуска спутника. К этому изображению относится инфра 0, обозначающая начало отсчета. Наконец, показано и предполагаемое положение материков ко времени расчетного окончания баллистического существования спутника и схематический вход спутника в атмосферу. К этому изображению относится число 8 400 000 в двоичной системе со стрелкой, направленной вправо (условно — в будущее)

ного неба. Это позволило определить параметры орбиты с достаточной точностью, позволяющей приступить к лазерным измерениям. Согласно расчетам, по длительности прохождения импульсов наземных лазерных установок до спутника и обратно в первое время расстояние до него удастся измерять с точностью до 5 см, а к 1980 году с увеличением числа наземных лазерных установок и накоплением опыта — с точностью до 2 см. Соответственно с такой же точностью будет определяться смещение земной коры: сдвиг тектонических плит, региональные сбросы, приливы в земной коре. С помощью спутника планируют также исследовать вращение Земли и движение полюсов. Кроме того, спутник «Лягеос» будет использоваться для уточнения положения основных геодезических опорных пунктов на территории США, что не производилось с момента организации геодезической сети США в 1927 году.

Спутник «Лягеос» рассчитан на использование в течение 50 лет. Подобное «долголетие» обусловлено пассивным характером спутника, на котором не может возникнуть никакая неисправность в бортовых системах (за исключением таковых), а также чрезвычайно устойчивой орбитой, по которой спутник, согласно расчетам, будет обращаться почти 8 миллионов лет. Не исключена возможность того, что весьма отдаленные потомки современных жителей Земли через миллионы лет «снядут» спутник «Лягеос» с орбиты и станут изучать его как «свидетеля» глубокой древности планеты. Чтобы им сразу стало ясно назначение спутника, он снабжен табличкой, на которой выгравировано, в частности, положение земных материков 268 млн. лет назад, современное их положение и предполагаемое положение через 8,4 млн. лет.

Д. Ю. ГОЛЬДОВСКИЙ



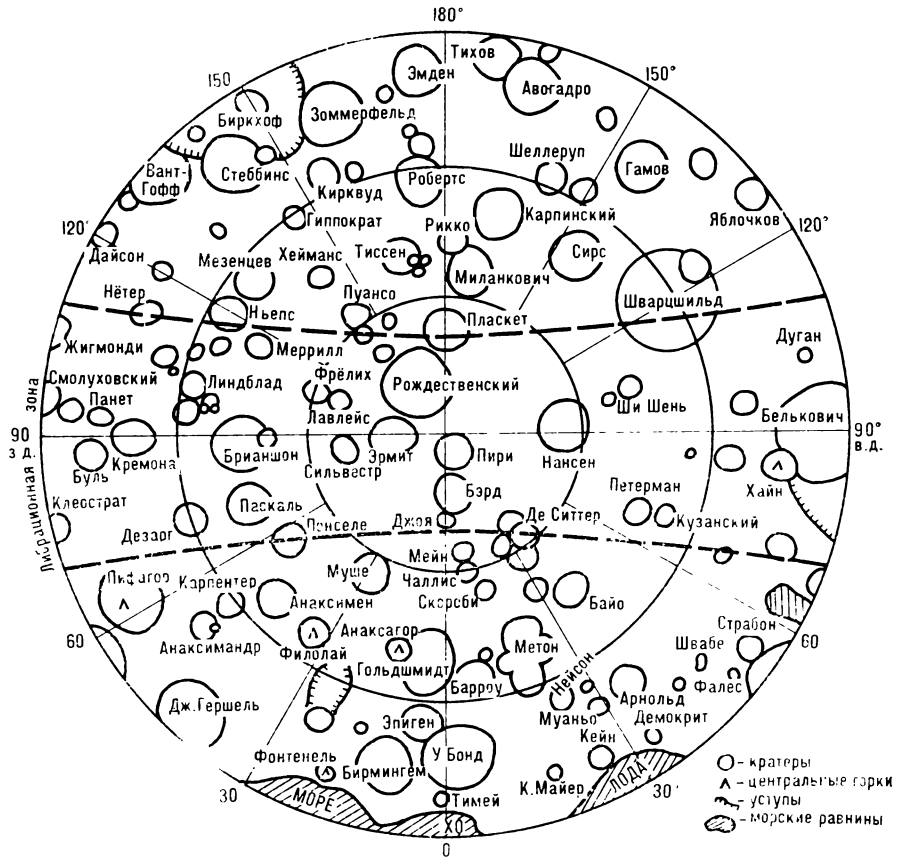
Г. А. БУРБА

Полярные области Луны

На лунных картах белые пятна остались только вблизи полюсов. В эти районы еще не опуссался ни один космический аппарат, трудно их наблюдать и с Земли.

Границами полярных районов Земли считают полярные круги — параллели, к северу или югу от которых (в соответствующем полушарии) в течение одной половины года Солнце не восходит и царит полярная ночь, а в течение другой половины года длится 6-месячный день. Это происходит оттого, что ось Земли наклонена на $66,5^\circ$ к плоскости эклиптики. У Луны же ось вращения практически перпендикулярна плоскости эклиптики и длительность освещенных и неосвещенных периодов в ее полярных областях совпадает с длительностью дня и ночи в остальных местах лунного шара. Таким образом, какой-либо естественной границы полярных районов на Луне нет. В дальнейшем будем называть полярными области Луны, расположенные между полюсами и 60° широты.

На шестидесятой параллели Луны Солнце поднимается над горизонтом на 30° , точнее от 23 до 37° в зависимости от либрации («покачивания» Луны). На полюсе оно отклоняется от горизонта при либрациях на 7° вверх и вниз. Из-за столь низкой высоты Солнца даже небольшие неровности рельефа отбрасывают очень длинные тени и затененные участки не нагреваются Солнцем. Температура лунной поверхности в полярных областях существенно ни-



же, чем в приэкваториальных и умеренных широтах, поскольку солнечные лучи падают на поверхность под малым углом. Так, температура на экваторе Луны в полнолуние составляет $+130^\circ\text{C}$, на широте 60° она снижается до $+100^\circ$, на широте 80° — до $+50^\circ$, а температура на полюсе всего лишь -50° . Во время лунной ночи температура на всех широтах опускается до -160° .

В кратерах с очень крутыми склонами, расположенных близ полюсов,

вероятно, имеются затененные участки, куда никогда не попадает солнечный свет. Изучение горных пород из таких участков смогло бы дать сведения о прошлом Луны — показать, всегда ли лунный шар был ориентирован относительно Солнца так, как в настоящее время, или же

■
Контурные карты северной (слева) и южной полярных областей Луны. Названия лунных образований утверждены Международным астрономическим союзом

теров Шрёдингер и Антониади в южном полярном районе.

Названия нескольких кратеров близ лунных полюсов связаны с исследователями полярных областей Земли. В районе лунного Северного полюса находятся кратеры Пири, Берд, Нансен; Южного — кратеры Беллинсгаузен, Амундсен, Скотт.

Как полярные области Земли больше всего оставались белыми пятнами на географических картах, так и полярные области Луны сейчас менее изучены. Нам больше известно об экваториальных районах обратной, невидимой с Земли стороны Луны (они исследовались искусственными спутниками Луны), чем о полярных областях видимой стороны. А небольшой участок вблизи Южного полюса еще даже не сфотографирован!

Пока что ученые располагают лишь фотографиями и сведениями об оптических характеристиках поверхности близ полюсов. Яркостные и цветовые характеристики полярных районов такие же, как у типичных материковых участков Луны. Эти районы отражают от 14 до 18% падающего на них света (морские же участки отражают в среднем 8%), причем южная полярная область в целом светлее северной. По цветовым характеристикам обе области близки — они красноватые, как и другие материковые массивы (в отличие от голубоватых морских).

Поверхность Луны однороднее, чем у Земли или Марса, поскольку такие существенные факторы преобразования рельефа, как атмосфера и гидросфера, на Луне отсутствуют. Микрорельеф поверхности, форми-

руемый в основном ударами микрометеоритов, в полярных районах, очевидно, такой же, как и в других областях Луны. Тепловой режим полярных областей отличается сравнительно небольшим перепадом температуры от дня к ночи: 110° на полюсе (на экваторе перепад температуры достигает 290°). По-видимому, это приводит к меньшему разрушению горных пород в полярных районах.

Данные о химическом составе и радиоактивности горных пород, о магнитном и гравитационном полях близ лунных полюсов очень важны для суждения о внутреннем строении Луны и истории ее развития. Но их можно получить лишь со спутника, облетающего Луну по полярной орбите. Запуск такого спутника еще только планируется. Ученые предполагают, что лунная кора в полярных областях мощнее, чем в экваториальных районах видимого полушария. Как известно, по сравнению с корой материковых участков кора базальтовых морских равнин тоньше. Можно ожидать, что в южной полярной области кора более мощная, чем в северной, поскольку Южный полюс отстоит от морских районов существенно дальше Северного.

В целом полярные области Луны имеют облик, мало отличающийся от районов, расположенных в других широтах. Однако не исключено, что последующие исследования полярных областей Луны принесут новые загадки и поставят неожиданные вопросы, как это уже не раз было при изучении Луны космическими аппаратами.

ЯРКИЕ РЕНТГЕНОВСКИЕ ВСПЫШКИ

Рентгеновская астрофизика обогатилась еще одним интересным открытием. 27 сентября 1975 года приборы голландского искусственного спутника ANS зарегистрировали две мощные вспышки рентгеновского источника 3U 1820-30, который находится в центре шарового звездного скопления NGC 6624. (Это шаровое скопление расположено в созвездии Стрельца на расстоянии десятка килопарсек от Солнца. Скопление отличается большой массой и сильной концентрацией звезд к центру.) Во время первой вспышки яркость источника неожиданно возросла за секунду в 20 раз, а затем в течение 10 секунд вновь уменьшилась. Вторая вспышка была еще более быстрой и мощной — за полсекунды яркость увеличилась раз в 30.

Вспышки этого источника впервые наблюдались еще в 1971 году с борта советского искусственного спутника Земли «Космос-428». Приборы спутника фиксировали жесткое рентгеновское излучение (с энергией больше 100 кэВ), приборы ANS наблюдали источник 3U 1820-30 в мягком рентгеновском диапазоне («Письма в «Астрономический журнал», 2, 4, 1976).

Когда были обработаны наблюдения источника 3U 1820-30, проведенные 17—19 мая 1975 года с борта американского спутника SAS-3, оказалось, что и в это время источник вспыхивал. Удалось выявить последовательность десяти вспышек и оценить средний интервал между ними — 0,18192 суток («Циркуляр МАС», 2907, 1976). Лишь четвертая вспышка из этой серии не наблюдалась — источник был закрыт Землей. В марте 1976 года была зафиксирована еще одна последовательность вспышек этого источника, но на этот раз интервал между вспышками составлял 0,12 суток («Циркуляр МАС», 2932, 1976).

Не только источник 3U 1820-30 оказался вспыхивающим. 12 февраля 1976 года американский ученый В. Левин сообщил, что приборы спутника SAS-3 отметили сильные



рентгеновские вспышки в направлении на центр Галактики («Циркуляр МАС», 2911, 1976). Эти вспышки имеют довольно сложную структуру. Наблюдались, например, два пика яркости продолжительностью по 2 и 4 секунды, разделенные 9-секундным интервалом, во время которого источник был слабым. В максимуме рентгеновская яркость источника в области галактического центра достигала яркости Крабовидной туманности — одного из самых мощных объектов рентгеновского неба. В марте 1976 года было зафиксировано уже 12 вспышек этого источника. Более тонкий анализ показал, что вспыхивает не один, а скорее всего два источника, расположенных близко друг к другу на небесной сфере. Один дает «протые» вспышки, а второй — вспышки с характерной двухпиковой структурой («Циркуляр МАС», 2918, 1976).

20 февраля 1976 года американские ученые С. Джонс и В. Форман сообщили о вспышке еще одного рентгеновского источника MX 0513-40 (индексы MX и MXB обозначают, что источник открыт во время полета американских спутников OSO-7 и SAS-3). Объект MX 0513-40 отождествлен с шаровым скоплением NGC 1851, которое находится в созвездии Голубя и удалено от нас на 9,5 кпс. Американские ученые высказали предположение, что рентгеновские вспышки такой необычной яркости и быстроты вообще связаны с источниками, расположенными именно в шаровых скоплениях.

Как это часто бывает, рентгеновские вспышки неоднократно регистрировались и раньше, но при обработке данные усреднялись во времени и вспышки ускользали от внимания наблюдателей. Так выяснилось, что вспышки источника MX 0513-40 фиксировались спутником «Ухуру» еще в сентябре 1972 года. А раньше, в декабре 1971 года, приборы «Ухуру» отметили вспышку источника в созвездии Науголь-

ника. Вспышки этого же источника наблюдались и двумя годами раньше. Специальная обработка данных, поступивших с американских спутников «Вела-5А и -5В» за период с мая 1969 по август 1970 года, показала, что в это время источник в Наугольнике вспыхивал по крайней мере 10 раз. Кроме того, спутники «Вела» зафиксировали одиночные вспышки еще девяти источников, но все эти открытия оказались известными только сейчас («Astrophysical Journal Letters», 207, 15 июля 1976).

Вспыхивают не только рентгеновские источники, включенные в каталоги. Открыто около десятка ранее неизвестных источников, излучение которых регистрируется лишь в моменты вспышек. В промежутках между вспышками яркость источников слишком мала. Первым из таких источников был MXB 1730-335 в созвездии Скорпиона (координаты источника: прямое восхождение $17^{\text{h}}30^{\text{m}}$, склонение $-33,5^{\circ}$). Наблюдения его привели к обнаружению любопытной зависимости. Была отмечена серия повторяющихся вспышек разной яркости. Интервалы между вспышками различны, и чем интенсивнее вспышка, тем больше времени отделяет ее от следующей. Интервалы между вспышками прямо пропорциональны яркости предшествующей вспышки. Интересно, что цепь вспышек продолжается непрерывно — то обрывается, то возникает вновь. Так, приборы спутника SAS-3 наблюдали окрестности источника MXB 1730-335 с 1 по 4 февраля 1976 года и не зарегистрировали ни одной вспышки. 14–15 марта было зафиксировано 19 вспышек. А несколько позднее за четверо суток непрерывного слежения удалось обнаружить более 2000 вспышек (!) источника MXB 1730-335 («Циркуляр МАС», 2922, 2929, 1976).

Известные нам вспыхивающие источники концентрируются к плоскости Галактики и в направлении на область галактического центра. Но версия о том, что все эти источ-

ники связаны с шаровыми скоплениями, подтверждения не получила. Правда, не все шаровые скопления нам известны. После открытия источника MXB 1730-335 американский астрофизик В. Лиллер исследовал на 4-метровом телескопе участок неба, в котором наблюдается этот источник. В оптическом диапазоне не удалось найти ничего примечательного, но наблюдения в близкой инфракрасной области (7000–9000 Å) обнаружили слабое скопление звезд. В красной области спектра (6100–6800 Å) скопление тоже видно, как очень слабое диффузное образование 21-й звездной величины. В Лиллер считает, что это — далекое шаровое скопление, расстояние до него около 30 кпс («Циркуляр МАС», 2929, 1976). Однако утверждать, что вспыхивают лишь рентгеновские источники в шаровых скоплениях, вряд ли справедливо.

Вероятно, рентгеновские источники, расположенные в шаровых скоплениях и в галактическом диске, имеют одну и ту же природу. Повидимому, это двойные системы с релятивистским компонентом, на который перетекает вещество с поверхности нормальной звезды-спутника («Земля и Вселенная», № 1, 1977, стр. 29–36. — *Ред.*). Но пока неясно, почему в одних случаях аккреция приводит к появлению «спокойных» рентгеновских источников — таких, как Лебедь X-1 или Геркулес X-1, а в других случаях — к возникновению очень быстрых и ярких вспышек. Наблюдения рентгеновских вспышек продолжаются.

Кандидат физико-математических наук
П. Р. АМУЭЛЬ



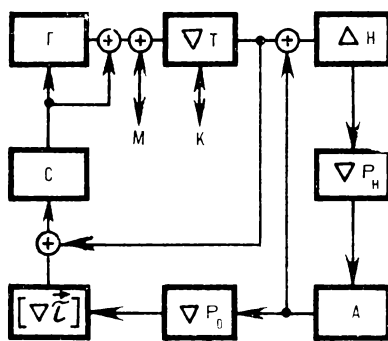
Профессор А. Д. ДОБРОВОЛЬСКИЙ
Доцент В. Л. ЛЕБЕДЕВ

Географическая структура океана

Понятие океанов Земли — Атлантического, Тихого, Индийского, Северного Ледовитого и Южного возникли исторически как обозначения больших водных пространств на картах. Развитой научной концепции океана, подобной, например, геологической концепции континента, но учитывающей, что «вода является телом океана» (В. Г. Богоров), — не существует. Для океанических, водных структур в значительно большей степени, чем для континентальных, твердых, характерно не статическое, а динамическое равновесие: они сохраняют устойчивость, поддерживаются и восстанавливаются, обмениваясь с внешней средой веществом и энергией, то есть в них совершаются процессы, сумму которых можно назвать функционированием. В Мировом океане как единой системе выделяются две структуры — пространственная и функциональная, которые связаны между собой, но имеют разное содержание. Каждой из структур присущи и «геологические», и геофизические, и химические, и биологические свойства — они и составляют в своей совокупности географический комплекс.

Изложение материалов двух докладов, прочитанных на XXIII Международном географическом конгрессе (Москва, июль—август 1976 г.): А. Д. Добровольский, В. Л. Лебедев «Особенности подхода к физико-географическому районированию Мирового океана», Т. А. Айзатуллин, В. Л. Лебедев, И. А. Суетов, К. М. Хайлов «Граничные поверхности и география океана» (Прим. ред.)

Наиболее важные структурные элементы океана ориентированы вдоль его внешних границ. Граничные поверхности в океане окружены активными слоями, в которых трансформируется основная часть вторгающихся потоков вещества и энергии.



Функциональная структура «Теплого сверхокеана». Тепло- и массообмен Мирового океана M и Космоса K формирует поле температуры на поверхности (ΔT), далее под его воздействием возникает термическая деформация (ΔH) нижней атмосферы, которая создает высотное поле давления (ΔP_n), формируются антипассаты (A) и приземное поле давления (ΔP_0). Суммарный перенос вод открытого океана (C) в этой цепи определяется векторным полем трения ветра ($\Delta \vec{C}$) и тепловым воздействием (ΔT). Структура замыкается звеном (Γ), отражающим пограничные океанские течения: например, Пассатное, Ломоносова, Гвианское, Английское, Гольфстрим и Северо-Атлантическое

ДВА СВЕРХОКЕАНА И ВОСЕМЬ ОКЕАНОВ ЗУБОВА

Начнем с наиболее простого, квазигеологического подхода к структуре. Во многих работах океаническое пространство обстоятельно расчленяли на отдельные водные массы (водные породы) и их сочетания (структуры водных масс)*. Немецкий океанолог А. Дефант разделил океан на две части: теплую океаническую тропосферу и холодную океаническую стратосферу. Граница между ними имеет наклонное положение от вертикального до горизонтального. Назовем эти части Теплым сверхокеаном и Полярным сверхокеаном. Воды Полярного сверхокеана в высоких широтах занимают всю толщу от поверхности до дна. В низких широтах они уходят на глубину около километра и даже на экваторе составляют основную часть вод, о чем можно судить по средней температуре океанической толщи на экваторе — около 4°C . Теплый сверхокеан лежит на полярных водах как на жидком дне, заполняя верхнюю толщу Мирового океана в низких широтах.

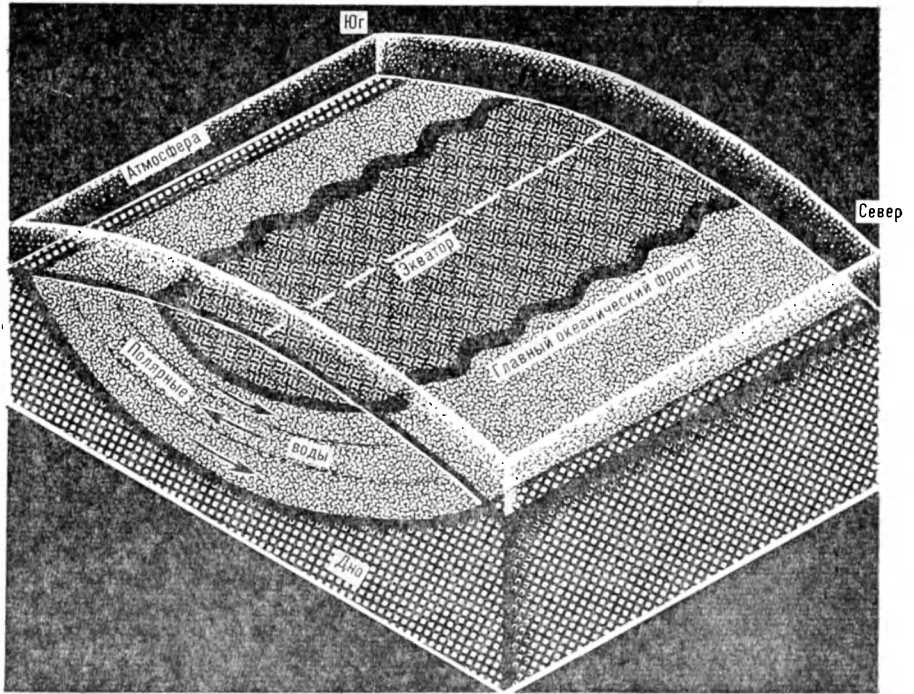
Каждая из двух сфер Мирового океана отвечает важнейшим требованиям самостоятельности: своими водными массами, атмосферными условиями и, главное, своей замкнутой циркуляцией, которая обеспечивает материальное единство

* Подробнее эта проблема будет освещена в ближайших номерах журнала (Прим. ред.)

системы. Несмотря на огромное протяжение общей границы между сферами, прямой обмен водами ограничен. Он происходит в районе Исландии, где воды Гольфстрима уходят в глубины Ледовитого океана, в районе Гибралтарского пролива и немногих других местах. В модели двух океанов традиции нарушаются тем, что Теплый сверхокеан имеет жидкое дно.

При геофизическом подходе рассматриваются механизмы термодинамического взаимодействия океана, атмосферы и космоса. Такой подход приближает нас к географии океана, которая по мнению академика К. К. Маркова должна охватывать и воды океана, и их жизнь, и атмосферу над ними, и дно, и берега. Важным организующим понятием в геофизическом взаимодействии оказывается концепция академика В. В. Шулейкина о тепловых машинах («Земля и Вселенная», № 1, 1975, стр. 4—13.—Ред.).

Отклоняющая сила вращения Земли влияет на работу тепловой машины так, что препятствует прямому обмену воздухом между главным нагревателем (экватором) и главными холодильниками (полюсами). Такой обмен, вероятно, возможен лишь на очень больших высотах для разреженных и легких воздушных масс. Меридиональный поток сравнительно плотного тропосферного воздуха распадается под действием отклоняющей силы Кориолиса на несколько круговоротов, из которых самые большие и регулярные примыкают с севера и юга к экватору и определяют северную и южную циркуляцию воды в пределах Теп-



лого сверхокеана. Экватор разделяет Теплый сверхокеан на две части — северную и южную. Очевидно континенты продолжают деление, превращая две части в шесть. Известный советский океанолог Н. Н. Зубов писал: «Если согласиться с тем, что Мировой океан надо подразделить не только по морфологическим, но и по гидрометеороло-

гическим признакам, то можно выделить следующие восемь океанов: Северный Ледовитый, Северный Атлантический, Северный Индийский, Северный Тихий, Южный Тихий, Южный Индийский, Южный Атлантический и Южный (или Антарктический).

Лично я все более присоединяюсь к последней точке зрения».

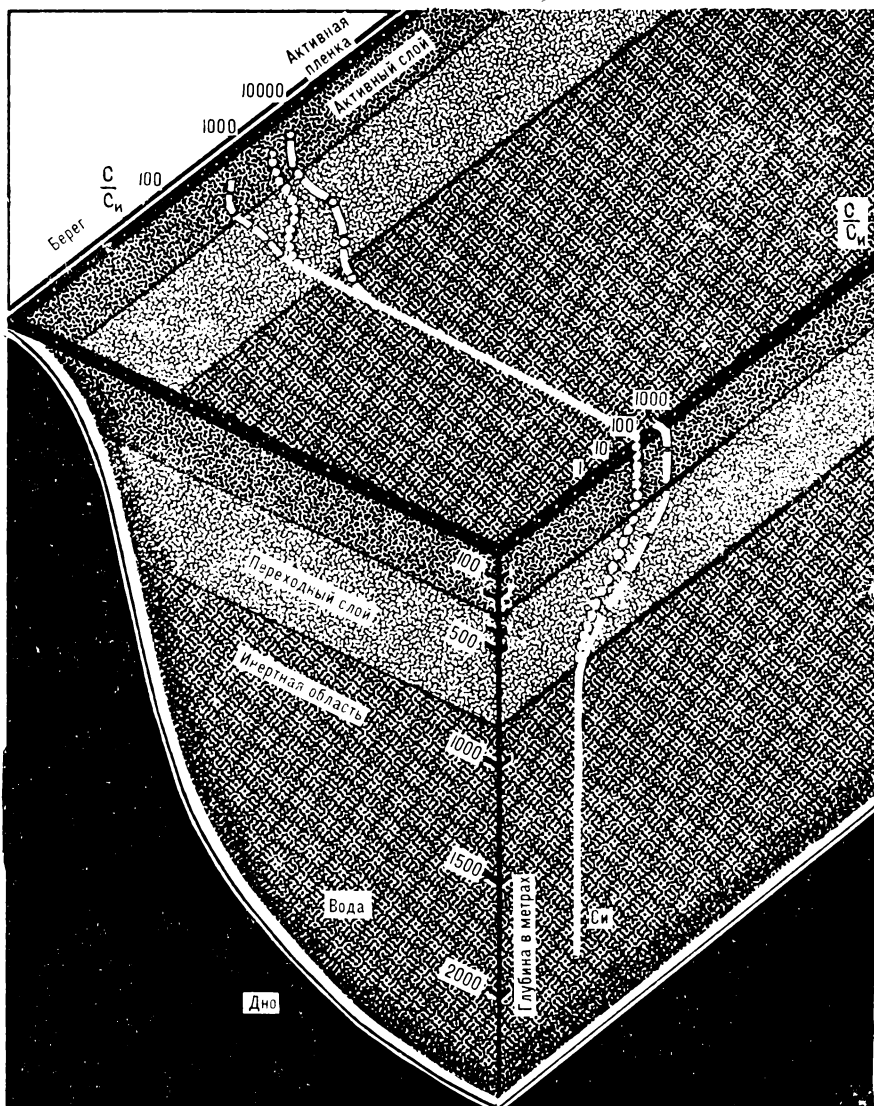
КОНЦЕПЦИЯ АКТИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Основой химического подхода к структуре океанического пространства может служить фундаментальная идея о том, что всякое хими-

■ *Модель разделения Мирового океана на Теплый и Полярный сверхокеаны. На рисунке показаны также главный океанический фронт и линии одинаковой плотности воды*

ческое взаимодействие начинается и наиболее полно проявляется на границе раздела различных твердых, газообразных и жидких тел, включая живые организмы и разнородные водные массы. Еще в 1926 году В. И. Вернадский писал, что границы раздела океан — материка оставили свой след во всей истории планеты как зоны наиболее интенсивных химических взаимодействий.

В современной океанологической литературе хорошо известно мнение о том, что морская химия представляет собой почти исключительно химию поверхностей раздела. Термин «активные поверхности» предложен морским химиком Т. А. Айзатуллиным в 1967 году. Он обратил внимание на то, что уникальные активные свойства граничных поверхностей проявляются в самых разных масштабах — от взвешенной в земном океане микроскопической минеральной частицы и клетки до взвешенной в космическом океане самой нашей планеты. Вокруг каждой поверхности создается как бы поле повышенной химической активности и физических аномалий. Это поле можно разделить на «активные слои», толщина которых с приближением к породившей их поверхности уменьшается вплоть до молекулярных масштабов, а химическая активность и другие формы свободной энергии возрастают. На границе сред происходит максимальная трансформация энергии (например, космической), наблюдается наибольший потенциал химического сродства (например, между водными массами) и самый богатый набор химических элементов (например, на границе океан — суша).

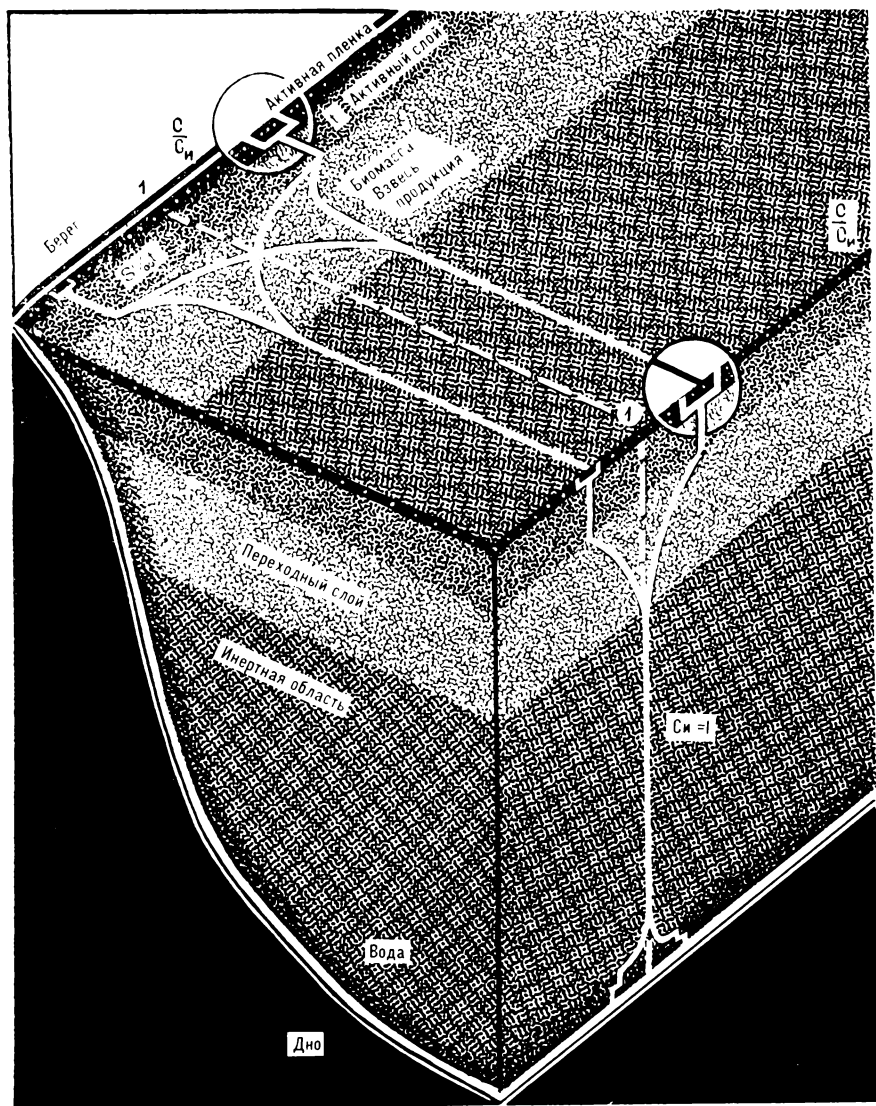


А

Согласно концепции активных поверхностей, пространственная структура океана имеет квазиконцентрический, или циркумграничный (околограничный) характер. Она состоит из инертной центральной части и нескольких оболочек, прилегающих к границам: поверхностной активной пленки (или иерархии вложенных друг в друга пленок толщиной от микронов до сантиметров), активного квазигомогенного слоя толщиной в десятки метров и переходного слоя толщиной около километра. Эти размеры приведены для отсчета

Б

Пространственная циркумграничная структура океана. А — наблюдения у одного из островов Тихого океана. Штрихпунктирная линия — распределение первичной продукции; точечная линия — распределение биомассы бактериопланктона; пунктирная линия — продукция бактериопланктона. Б — идеализованная модель. Индекс C_n — значение различных характеристик воды в инертной, удаленной от границ области, оно принято за единицу. Чтобы увидеть закономерности изменения характеристик (например, температуры) с приближением к границам океана — атмосфере, берегу или дну, читатель должен взять



Б

■ за исходную точку место на рисунке, обозначенное $C_{д}$. Мысленно поднимаясь от точки $C_{и}$ к поверхности, можно проследить по шкале $C_{и}$, как будет изменяться характеристика. Пока мы находимся в пределах инертной области, температура не изменяется; в переходном слое она может понижаться или повышаться, а у самой границы происходит резкий скачок. В океане часто наблюдается холодная пленка толщиной всего несколько миллиметров, но с перепадом температуры до $2^{\circ}C$. Также можно проследить дальнейшее изменение характеристики с приближением к берегу или дну

по вертикали. Пограничные слои, активность которых зависит от берега и толщина которых изменяется в горизонтальном направлении, значительно обширнее — процессы горизонтального переноса вещества в океане более интенсивны.

Концентрические структуры в реальном океане распределены неравномерно. Разные границы и участки границ обладают разной активностью. Чтобы оценить это обстоятельство, взаимодействующие на границе объекты рассматривают как множество некоторых элементов, а погра-

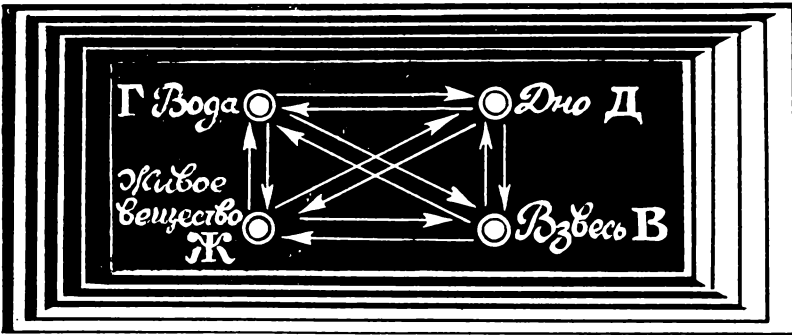
ничную, контактную область, — как объединение множеств. Состав множества в общем случае неизвестен, поэтому в первом приближении каждый из взаимодействующих объектов принимается за единое целое. Таких объектов и соответствующих этим объектам контактных поверхностей можно насчитать не менее двенадцати.

Допустим, в какой-то области океана присутствует n множеств. Количество прямых и обратных связей между ними (число H) можно в первом приближении считать мерой разнообразия условий, от которого зависят потенциал химического сродства и возможности развития жизни:

$$H = n(n-1).$$

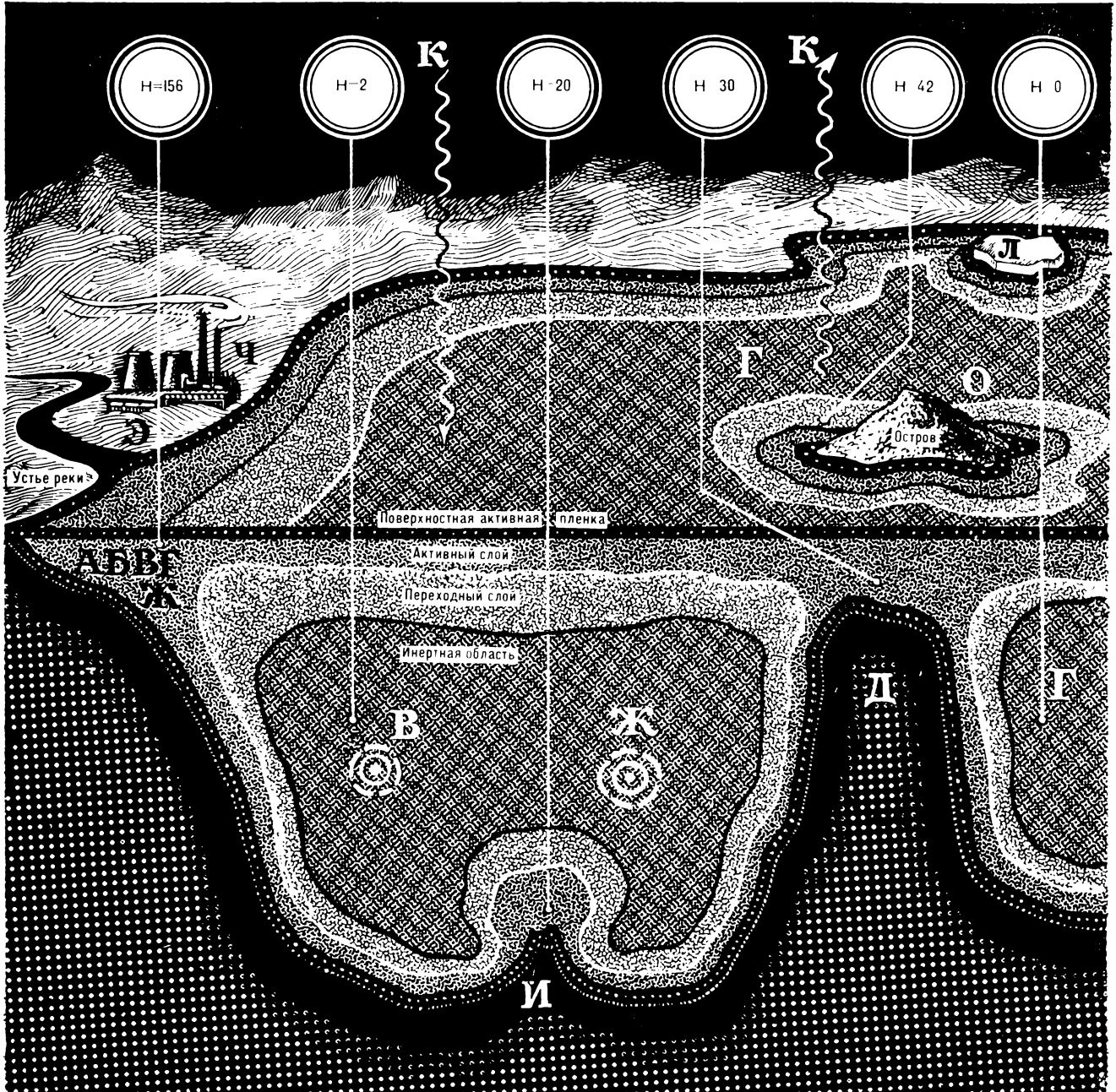
Очевидно наиболее разнообразные условия окажутся у берега, где сближаются и пересекаются главные границы океана — атмосфера и дно. У берега скапливаются взвешенное волнением вещество и богатые органикой речные воды, здесь же располагаются острова и быстрее, чем в открытом, глубоком море, появляется лед. Общее количество взаимодействующих множеств, включая антропогенные, здесь может достигать 13, а индекс разнообразия выразится, согласно приведенной формуле, цифрой 156. В то же время в инертной области, где взаимодействуют всего одно-два множества, этот индекс будет колебаться между величинами 0 и 2.

Концепция активных поверхностей соответствует пространственному географическому пути синтеза. Примером граничной поверхности служит географическая поверхность



$$H = n(n-1)$$

H — число взаимодействий
 n — число элементов





планеты. В географической поверхности принято видеть обедненное двумерное отражение более содержательного понятия — биосфера. Но можно смотреть под другим углом зрения и признать, что географическая поверхность — это опора и сердцевина биосферы, источник ее возникновения в прошлом, непрерывного поддержания и развития в настоящем, и, быть может, нового рождения в будущем. Сказанное легко подтвердить примерами из работ академиков В. И. Вернадского, С. В. Калесника, К. К. Маркова. Приведем лишь одно высказывание В. И. Вернадского (1926): «В лике Земли выявляется поверхность нашей планеты, ее биосфера, ее наружная область, ограничивающая ее от космической среды».

■

Циркумграничная структура и оценки разнообразия природных условий в океане. Взаимодействия между элементами структуры: А — вода — воздух; Д — дно и граница вода — дно; Б — берег и граница вода — берег; Ф — фронт и граница вода — дно; Л — лед и граница вода — лед; Ч — вода — промышленные отходы; О — остров и граница вода — остров; Э — река — море; В — вода — взвешенная частица; Ж — вода — живое вещество; И — подводные источники и вулканы и граница вода — извергаемое вещество; Г — сама вода как объект по другую сторону границы. (Оценка разнообразия условий предложена Т. А. Айзатуллиным.)

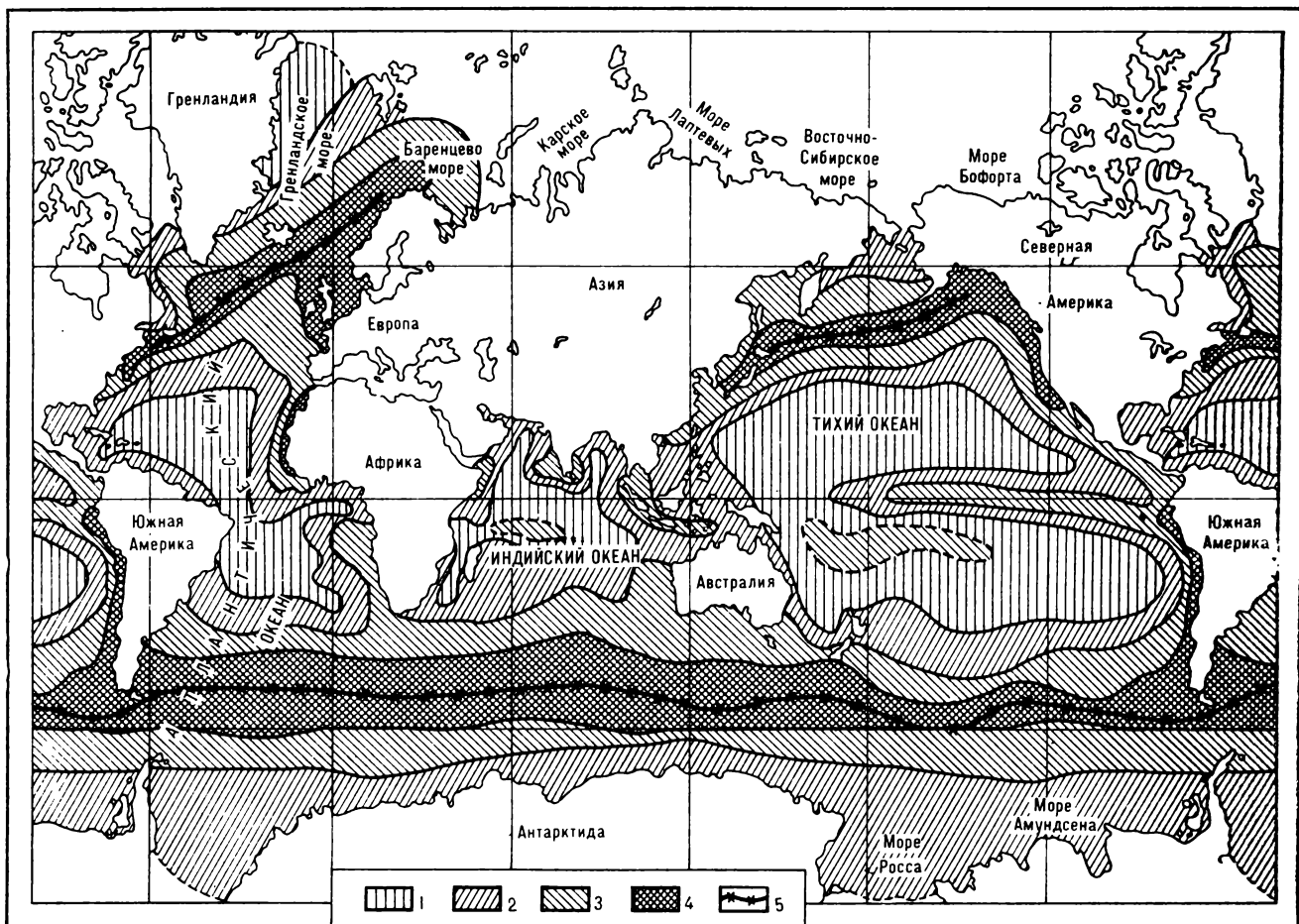
БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОКЕАНА

Существуют две концепции биологической структуры океана, которые дополняют друг друга. Согласно первой из них, сформулированной В. И. Вернадским в 1926 году, жизнь в океане сконцентрирована на очень ограниченном пространстве: «Едва ли 2% общей массы океана занято сгущениями жизни. Вся остальная масса содержит жизнь рассеянную». Эту цифру авторы докладов на XXIII Международном географическом конгрессе подтвердили своими расчетами. Вернадский выделяет «Всего четыре статических скопления жизни: две пленки — планктона и донную и два сгущения — прибрежное (морское) и саргассовое». Последнее название условно, Вернадский обозначает им скопления открытого океана, не связанные с дном и берегами, и признается, что существование их не вполне понятно. Остальные три скопления расположены вдоль границ океана (планктонной пленкой Вернадский называет верхний, обогащенный планктоном 100-метровый слой океана) и выражают его циркумграничную структуру, как это было и при химическом подходе. Вернадский пишет: «Такие скопления жизни являются областями мощной химической активности». Особое значение он придает прибрежному сгущению жизни. К сожалению, эти очень важные мысли Вернадского долгое время были частично забыты и отошли на второй план.

Другая концепция была высказана академиком Л. А. Зенкевичем и

членом-корреспондентом АН СССР В. Г. Богоровым в двух отдельных и двух совместных статьях с одинаковым названием «Биологическая структура океана». Авторы на новом материале с помощью серии карт подтвердили значение береговой границы. Их вывод сводился к тому, что биомасса планктона в поверхностном слое океана при продвижении от неретической и шельфовой зон в центральные части океана уменьшается примерно в 20—30 раз, а донной фауны — в миллионы раз. Но главное внимание они уделили меридиональной структуре открытого океана. Симметрично относительно экватора происходит чередование следующих зон: полярного минимума, биологического максимума умеренных широт (пик у 40°), субтропического — тропического минимума и экваториального повышения богатства жизни. В этой схеме находится место и несистематизированным еще при Вернадском сгущениям жизни открытого моря, которые он условно назвал саргассовыми. Л. А. Зенкевич и В. Г. Богоров связали эти сгущения с географической зональностью и предположили, что они объясняются одним, и в то, и в наше время еще малоизвестным, обстоятельством: «кривая количественного развития жизни полностью соответствует характеру вертикального перемешивания, то есть иначе говоря глубине захвата и выносу к поверхности богатых биогенными веществами глубинных слоев».

Публикуемая карта показывает, что максимумы развития жизни тяготеют к главным океаническим фронтам — границам полярных и теплых



океанов, а также к экватору — границе северных и южных океанов Зубова.

КАК СОВМЕСТИТЬ СТРУКТУРЫ?

Остается закончить восхождение по ступеням частных структур географическим обобщением — синтезом. Многие привыкли в географической науке видеть лишь описательную сторону, однако, давно развивается конструктивная география — наука о синтезе и анализе многокомпонентных природных систем. Председатель секции «География океана» на XXIII Международном географическом конгрессе академик К. К. Марков на протяжении многих лет является инициатором попыток ее применения к изучению океана.

Основа географического синтеза — отражение взаимодействия ко-

смоса и частных географических сфер: атмосферы, гидросферы, литосферы и сферы живого вещества. Это взаимодействие отчетливо выражается в географической структуре океана. Вот ее основные черты. В противоположность изолированным континентам Мировой океан един. Это единство пространственной структуры проявляется в том, что наиболее важные структурные характеристики ориентированы вдоль

Карта биологической продуктивности океана. Видно, что главный океанический фронт — граница «Теплого» и «Полярного» сверхокеанов — окружена поясом высокой биологической продуктивности. Условные обозначения: 1 — годовая первичная продукция органического углерода, 50 мг/л; 2 — 50–100 мг/л; 3 — 100–200 мг/л; 4 — 200 мг/л и более; 5 — главный океанический фронт

внешних границ океан — атмосфера, океан — континент, океан — дно. Таким образом, структура океана циркумглобальна. В ней есть внутреннее малоградиентное тело и пограничные слои-оболочки повышенной активности. Такая структура обусловлена географическим (комплексным) взаимодействием океана с окружающими сферами, что выражается в обмене веществом и энергией. Потоки вещества и энергии, входя в океан, по мере продвижения в его толщу трансформируются, рассеиваются, вступают в реакции, компенсируются и затухают.

Размеры и характер оболочек определяет фундаментальный гидродинамический закон уменьшения скорости диффузии воды с приближением к любой границе (твердой, жидкой, газообразной). Слои, расположенные у самой границы, — это

тонкие и тончайшие пленки с резко аномальными свойствами: «вязкий ламинарный подслоя», «холодная поверхностная пленка», пленка аномального химического состава воды, нейстонная биологическая пленка Зайцева. Толщина этих слоев всего лишь миллиметры и сантиметры, но роль в функционировании океана огромна. С удалением от стенки, в области развитого перемешивания формируется квазиоднородный слой, толщиной по вертикали в десятки метров — активный в физических, механических, химических и биологических проявлениях.

Из важнейших циркумграничных океанических явлений здесь отмечены далеко не все. К ним относятся еще граничные «тепловые машины второго и третьего рода» (муссоны и бризы), работающие на тепловом контрасте океан — суша (В. В. Шулейкин); механизм упорядоченного перемешивания верхнего слоя («вихри Ленгмюра»); «бароклинный слой океана» — поверхностная зона компенсации аномалий давления, характеризующаяся запасом доступной потенциальной энергии; циркумконтинентальная зональность донных отложений (термин О. К. Лентьева). Все перечисленные явления повсеместны.

Внутреннее единство океана углубляется тем, что циркумграничная структура неоднородна. Она включает отдельные активные точки, очаги повышенного взаимодействия сфер, имеющие значения для всего океана, например очаг образования придонных вод в море Узделла, глубинных вод в Средиземном море и др.

Океаническое пространство анизотропно: оно передает влияние граничных поверхностей в разных направлениях с разной скоростью. Например, самые быстрые течения на экваторе могут перенести воду Атлантики от западного до восточного берега за 50 суток, тогда как для переноса и полного замещения вод лишь перемешиванием в центральной Атлантике, где нет течений через океан, потребовалось бы 100 лет. Поэтому воды от одного берега к другому поступают быстрее окольной дорогой циркумграничных течений. Еще больше времени — тысячи лет потребуются для переноса вод и полного их обновления в результате только вертикального перемешивания. Чтобы учесть неоднородные свойства пространства в структуре океана, можно строить его разрезы и карты в особом анизотропном пространстве — времени, где единицы расстояния от границы и скорость поступления вод от этой границы находятся в прямой зависимости.

В структуре океана находит отражение важнейший географический закон — зональность, то есть изменения баланса радиационной энергии и влаги с географической широтой. Благодаря ей формируются внутренние горизонтальные границы в океане. Они возникают в процессе функционирования тепловых машин первого рода и разделяют океаническое пространство по экватору и главным океаническим фронтам. Обе границы имеют реальное физическое содержание (в первом случае — это граница разных по знаку полей силы Кориолиса, во втором — теплых и холодных вод) и отчетливо

отбиваются на биологических картах сгущениями жизни, подобно «барьерным» ландшафтам суши. Внутри ограниченных ими областей — океанов проявляется циркумокеаническая зональность (термин А. Д. Добровольского), заметная на картах течений, биомассы и биопродуктивности.

Таким образом, океан имеет внутренние границы, они разделяют целостное океаническое пространство на «целостные же», объективно существующие географические комплексы, которые можно условно назвать «океанами Зубова», вспомнив о подобном разделении, которое предложил известный ученый Н. Н. Зубов.

КАКОВ ПРАКТИЧЕСКИЙ ВЫХОД?

Практическое значение анализа географической структуры океана может оказаться существенным для рационального использования и охраны океанской среды. Масштабы океана внушают мысль о безграничности его возможностей как источника биологических ресурсов и вместилища отходов человеческой деятельности. Однако эти масштабы обманчивы. Океан — весьма уязвимое звено в биосфере. Его активные области (всего 2%! общего объема) сосредоточены вблизи границ раздела, а именно на эти активные области человек оказывает все большее давление. Оно может повлиять на океан в целом и отрицательно и, при соответствующем подходе, благоприятно.

Что касается крупномасштабного районирования океана, то оно необходимо для моделирования процессов пространственного взаимодействия, исследования круговорота вещества в биологических системах, анализа судьбы загрязнений и общего «метаболизма». (по образной терминологии академика В. Б. Соцавы) природного комплекса с окружающей средой.



НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА МЕЖЗВЕЗДНУЮ СРЕДУ

Разреженный газ, заполняющий межзвездное пространство, имеет среднюю плотность всего 0,2 атома в 1 см^3 , но его общая масса составляет заметную долю массы Галактики — почти 10%.

Представления о межзвездной среде сложились главным образом в результате радионаблюдений нейтрального водорода на волне 21 см. До недавнего времени считалось, что всю Галактику пронизывает нейтральный водородный газ, в котором встречаются холодные облака с температурой 100 К и концентрацией частиц более одной в 1 см^3 , погруженные в «теплый» нейтральный водород с температурой около 1000 К и концентрацией частиц менее 0,1 в 1 см^3 . Правда, наблюдаемые галактического излучения в линии H_α и измерение электронной концентрации межзвездной среды по наблюдениям пульсаров указывали еще на существование и третьего компонента межзвездного газа — ионизованного водорода с плотностью около 0,01 частицы в 1 см^3 (не путать с областями ионизованного водорода вокруг горячих O- и B-звезд). Такая трехкомпонентная модель отражала взгляды астрофизиков на межзвездный газ в начале 70-х годов.

В последнее время стало ясно, что трехкомпонентная модель межзвездного газа нуждается в серьезном уточнении. Основой для пересмотра прежней концепции послужило открытие галактического рентгеновского излучения с энергией квантов 0,15—0,2 кэВ. Такое излучение возникает в горячем газе с температурой 10^6 К и плотностью около 0,005 частицы в 1 см^3 . На долю этого газа приходится более половины объема межзвездного пространства.

Что поддерживает существование горячего газа? Ведь без источников нагрева он остыл бы примерно за 10 млн. лет, что намного меньше

возраста Галактики (10^{10} лет). По мнению американских астрофизиков Д. Кокса и Б. Смита, газ разогревается во вспышках галактических сверхновых звезд. В соответствии с теорией, развитой членом-корреспондентом АН СССР И. С. Шкловским, оболочки сверхновых, расширяясь в межзвездном газе со скоростью около 10 000 км/с, образуют ударные волны. Они нагревают газ до сотни миллионов градусов. Постепенно оболочки тормозятся, и через десятки тысяч лет на месте сверхновой остается гигантский «пузырь», заполненный горячим газом. Чтобы горячий компонент межзвездного газа мог существовать достаточно долго, время жизни таких пузырей должно превышать 1 млн. лет, их радиус достигать 40 пс, а частота вспышек сверхновых — не менее одной в 100 лет.

Горячий газ с температурой 10^6 К определяет условия в межзвездной среде. И. Острайкер с сотрудниками рассмотрели модель межзвездного газа, в которой учитывается взаимодействие горячего и холодного галактического газа. Они показали, что мелкие облака межзвездного газа могут «испаряться» в результате прогрева. Выживают относительно крупные облака, размер которых превышает 3 пс. Такое облако, прогреваемое снаружи горячим газом, содержит все три упомянутых ранее компонента межзвездного газа: в центральной части — плотный холодный нейтральный водород с температурой 100 К, на периферии — «теплый» нейтральный водород с температурой около 1000 К и самый внешний слой — ионизованный водород с температурой 7000 К. Облака, погруженные в горячий межзвездный газ с температурой 10^6 К , создают четырехкомпонентную картину межзвездной среды, которая удовлетворительно согласуется с наблюдаемыми сегодня свойствами галактического газа.

Н. Н. ЧУГАЙ

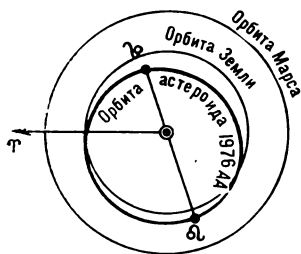
МОДЕЛЬ РЕНТГЕНОВСКОЙ НОВОЙ

Ярчайший из всех известных рентгеновских источников А 0620-00, вспыхнувший в созвездии Единорога в августе 1975 года, к апрелю 1976 года исчез с рентгеновского неба. Связан ли феномен рентгеновской новой с обычными оптически новыми звездами? Если такой связи нет, то какова же природа рентгеновской вспышки?

Американские ученые А. Эндал, Е. Девинней и С. София считают, что вспышка А 0620-00 не может быть связана с обычными оптически новыми. Они предлагают свою модель этого источника. По их мнению, компонентом релятивистской звезды в этой системе может быть звезда позднего спектрального класса с массой меньше солнечной. Тогда и второй, невидимый, компонент не может быть массивным, иначе пара разорвалась бы при вспышке Сверхновой в этой системе. Возможно, система состоит из обычной звезды и белого карлика. Рентгеновская вспышка возникает в окрестностях белого карлика, например, из-за резкого возрастания скорости аккреции газа, переносимого с обычного компонента.

Что касается оптической вспышки в этой системе, то ее природа иная. Рентгеновское излучение частично достигает поверхности нормальной звезды, поглощается и переизлучается в фотосфере. Если рентгеновский поток очень велик (в максимуме вспышки), то переизлучение его в фотосфере нормальной звезды происходит в результате свободно-свободных переходов и рекомбинации, при этом не возникает линий поглощения, что и наблюдалось на ранних этапах рентгеновской вспышки. После уменьшения рентгеновского потока должны были появиться (и появились) слабые линии излучения. Эта модель объясняет и распределение энергии в непрерывном спектре звезды в оптической области. «Astrophysical Letters», 17, 3, 1976.

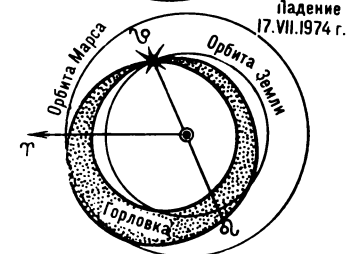
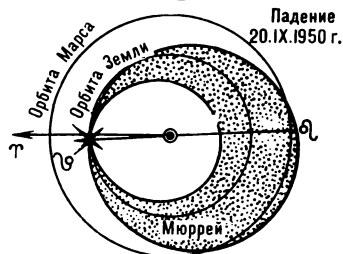
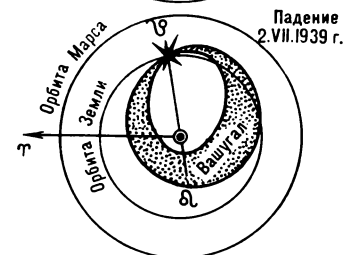
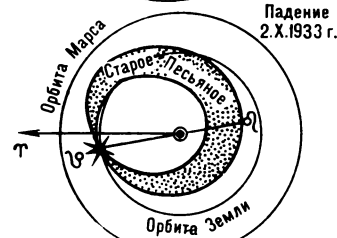
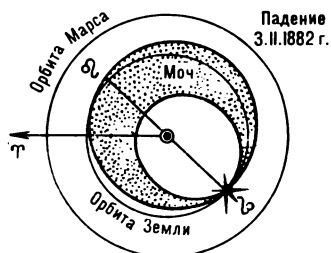
«МАЛЕНЬКИЕ» ОРБИТЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ



Все как-то привыкли к тому, что астероиды кружатся вокруг Солнца на огромных расстояниях. Они в 2—3 раза дальше от Солнца, чем наша Земля. Лишь немногие астероиды приближаются к Земле, но происходит это не из-за малых размеров орбит, а из-за большого их эксцентриситета. Афелии орбит таких астероидов всегда остаются за орбитой Марса. Метеориты, падающие на Землю, считаются обломками астероидов, и предполагается, что перед встречей с Землей они также двигались по орбитам, уходящим далеко от Солнца.

Около 30 лет назад доктор физико-математических наук Б. Ю. Левин на основании имевшихся тогда данных высказал предположение о том, что некоторые метеориты двигались по орбитам малых размеров. Более тщательный анализ сведений об атмосферных траекториях и скоростях вступления метеоритов в земную атмосферу, выполненный недавно автором этой заметки, показал, что по крайней мере 10% метеоритов обладали необычайно маленькими орбитами, расположенными целиком в окрестностях земной орбиты. Таковы метеориты Моч, Мюррей, Старое Песьяное, Вашугал и Горловка. Это метеориты разного

Орбита астероида 1976 AA в Солнечной системе (построена по данным, вычисленным Б. Марсденом). Орбита наклонена к плоскости эклиптики на 17°



Орбиты пяти метеоритов в Солнечной системе. Исходные данные, на основе которых определялись орбиты, известны с недостаточной точностью, поэтому показаны зоны, где могут располагаться орбиты. У всех пяти метеоритов орбиты малого размера. Место встречи метеоритов с Землей отмечено звездочкой

химического и минералогического состава, так что вряд ли они — обломки одного и того же астероида.

До последнего времени не было известно ни одного астероида с малой орбитой. Но вот первый, открытый в 1976 году астероид получивший предварительное обозначение 1976 AA, оказался именно таким объектом («Земля и Вселенная», № 4, 1976, стр. 24.—*Ред.*). Среднее расстояние астероида от Солнца меньше, чем расстояние Земли, и составляет 0,966 а. е. Перигелий его орбиты находится в 0,79 а. е., афелий — в 1,014 а. е. от Солнца. Период обращения астероида вокруг Солнца меньше года — 346,8 суток.

В Аризонском университете и в университете на Гавайях были проведены уникальные наблюдения отражательной способности астероида в разных участках спектра. Результаты наблюдений сравнивались с лабораторными измерениями характеристик вещества метеоритов, Луны и земных горных пород. Оказалось, что астероид 1976 AA сложен темным материалом, похожим на вещество углистых метеоритов. Этот вывод, однако, нельзя рассматривать как окончательный. Известны и обыкновенные хондриты (например, Горловка или Фармингтон), которые настолько темные, что если бы они не упали на Землю, а наблюдались в космическом пространстве, их можно было бы принять за углистые метеориты. Пока можно утверждать, что и у астероида 1976 AA низкое альbedo. Вероятно, этот астероид поперечником около 3,5 км имеет неправильную обломочную форму.

К сожалению, столь малые объекты, как астероид 1976 AA, да к тому же еще и такие темные, хорошо наблюдаются лишь в периоды тесных сближений с Землей. Астероид 1976 AA в настоящее время удаляется от Земли. Тесное сближение его с Землей произойдет в 90-х годах нашего века.

Кандидат физико-математических наук
А. Н. СИМОНЕНКО



П. Т. АСТАШЕНКОВ

С. П. Королев и начало космических исследований

Лето 1955 года. Бескрайняя степь безжалостно раскалена солнцем. Как бы плывя в знойном мареве, по степи медленно двигался запыленный «газик». В нем кроме водителя сидели двое. Один, энергично подавшись вперед, смотрел вдаль, что-то выискивая в этой выжженной равнине. Лицо другого было равнодушным: «Зачем только нас сюда занесло! Чего тут приглядываться, и без того все ясно», — говорил его взгляд.

Это были С. П. Королев и его сотрудики. Спутник Сергея Павловича сказал:

— Пока эту пустыню освоишь, уйдет все время, отведенное для испытаний ракет.

Сергей Павлович резко выпрямился и с неудовольствием посмотрел на своего соседа.

— В этой степи развернутся великие дела, ты даже не представляешь, что здесь будет!

Но и эти слова не произвели должного впечатления.

— Что будет? Ну пустим опытные ракеты и уедем. То и будет.

Сергей Павлович даже подскочил на сиденье, но проговорил тихо, с явной обидой, как бы обращаясь не только к ехавшему с ним, но и к тем, кто остался в конструкторском бюро и тоже чересчур узко смотрел на предстоящие ракетные испытания:

— Ты просто заржавленный электрик! Э-э, что тебе говорить! Все вы ужасные прозаики. Как устранить этот узкий практицизм, ума не приложу.

Впервые приехав в эту дикую степь, Королев видел будущие великие старты. Он понял, что отсюда ракеты возьмут разбег в Космос.

Видеть далекую перспективу и каждому делу, за которое он брался, придавать должный размах — чрезвычайно характерная и замечательная черта С. П. Королева, талантливого ученого и организатора науки и техники. Новаторство, предвидение, энергия и решительность в достижении цели присущи целой плеяде деятелей советской науки, пришедших в нее одновременно с С. П. Королевым. Их юность совпала с годами Октябрьской революции, в исследовательские институты и конструкторские бюро они пришли в годы первых пятилеток, когда зарождалась индустриальная мощь нашей страны. К этому славному поколению советских ученых относятся: основоположник атомной науки и техники в нашей стране И. В. Курчатов; выдающиеся авиаконструкторы современности А. Н. Туполев и С. В. Ильюшин; академик М. В. Келдыш, ученый, внесший огромный вклад в организацию и осуществление советской программы космических исследований; продолжатель дела, начатого И. В. Курчатовым, глава советской атомной школы в настоящее время А. П. Александров; основоположник советского ракетного двигателестроения В. П. Глушко и многие другие известные деятели нашей науки и техники.

... В годы Великой Отечественной войны Сергею Павловичу было поручено разработать вспомогательную авиационную установку, спроектированную на базе ракетного двигателя РД-1, созданного в конструкторском бюро, руководимом главным конструктором В. П. Глушко, и провести ее летные испытания. Казалось бы,

перед С. П. Королевым, как заместителем главного конструктора, стояла четкая и ограниченная задача, но он подошел к ее решению творчески. Он сформировал летно-экспериментальную группу Конструкторского бюро, которая должна была испытывать и отлаживать установку и отдельные ее элементы в летных условиях, получать все необходимые характеристики на разных высотах и в различных режимах и условиях полета. И это еще не все. Он со своим небольшим коллективом на основе ракетного двигателя конструкции В. П. Глушко решил задачу создания авиационной вспомогательной реактивной установки, которая сделала поршневого самолет более скоростным, высотным и грузоподъемным.

Для известного пикирующего бомбардировщика Пе-2 под руководством С. П. Королева в 1943 году была спроектирована реактивная установка, названная РУ-1, которая в необходимые моменты боя давала возможность летчику резко увеличивать скорость и тем самым получать преимущества перед противником. Королев со своими сотрудниками сам монтировал все узлы принципиально нового оборудования на бомбардировщике, участвовал в летных испытаниях, которые проводились в 1943 и 1944 годах. На основе полученных данных летно-экспериментальная группа С. П. Королева продолжила отладку Пе-2 и РУ-1 и наметила постройку серии таких машин. Кроме того, Сергей Павлович предложил разработать высотный и стартовый варианты ракетной установки не только для бомбардировщиков, но и истребителей.



«Коллектив сотрудников лётно-экспериментальной группы КБ,— писал он в своем отчете 17 мая 1944 года,— явился пионером в работах по применению на самолетах двигателей РД-1 и приобрел положительный опыт практической работы в этой области, что с успехом послужит для дальнейшего развития реактивной авиации. Необходимо в ближайшее время предоставить самолетной груп-

пе возможности и базу для осуществления своих работ по высотному истребителю Ла-5 с реактивной установкой.»

Благодаря большой исследовательской и конструкторской деятельности группы С. П. Королева родились в ряде самолетных ОКБ проекты оснащения истребителей С. А. Лавочкина (Ла-5, Ла-7, Ла-7Р, Ла-120Р), А. С. Яковлева (Як-3), П. О. Сухого (Су-7) реактивными установками с двигателями РД-1 и РД-1ХЗ (с химическим зажиганием), созданными под руководством В. П. Глушко. Ускоритель с

использованием двигателя РД-1ХЗ, установленный на опытном самолете Ла-120Р, был продемонстрирован на празднике Советской авиации в 1946 году. Это был предвестник реактивного самолета. В том же году за участие в создании ракетных ускорителей для самолетов С. П. Королев был награжден орденом «Знак Почета», а В. П. Глушко — орденом Трудового Красного Знамени.

Чтобы еще глубже проникнуть в самую суть проблемы освоения реактивного полета, С. П. Королев предлагал превратить свою группу в отдел или конструкторское бюро Авиационного научно-исследовательского института. «До сих пор,— писал он по этому поводу в 1944 году,— работы группы реактивных установок велись как инициативные ... Ближайшие год-два вспомогательные реактивные установки являются наиболее жизненной формой использования жидкостных ракетных двигателей на их современной стадии развития. В отдельных случаях специальные реактивные установки с РД-1 дадут единственную возможность для достижения высот сверхвинтомоторного полета, увеличения нагрузки и дальности полета серийных самолетов и т. д.»

Однако осуществить широко задуманные исследования С. П. Королеву не пришлось. Почему? Ответ можно найти в хранящейся в Мемориальном доме-музее его рабочей папке. Рядом с расчетами самолетов с ракетными установками подшит листок, содержащий уже наброски ракет. Цифры, приведенные на этом листке, покажутся современному читателю очень скромными в сравнении с теми

С. П. Королев на полигоне в сентябре 1948 года

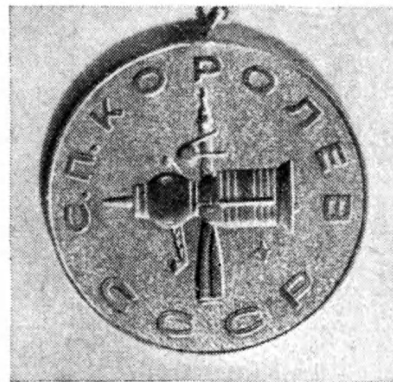
параметрами ракет, которых добился Главный конструктор впоследствии. (Длина ракет планировалась не более 4,5 м, масса топлива 370 кг, автоматики 30—60 кг, основного корпуса — 470 кг, полезного груза — 200 кг.) Однако это было началом большого пути.

В дальнейшем, когда С. П. Королев возглавил конструкторское бюро по созданию мощных баллистических ракет, он неустанно трудился вместе со всем коллективом и в содружестве с другими организациями над увеличением дальности, грузоподъемности ракет, над усовершенствованием систем управления и наземного обслуживания. В то же время он постоянно заботился о расширении фронта исследований всех проблем, от которых зависел прогресс ракетостроения.

С. П. Королев уже на первых ракетах старался установить счетчики элементарных частиц, которые бы «доставляли» на Землю данные о верхних слоях атмосферы. Далеко не всем было ясно тогда, для чего это нужно.

В 1949 году по инициативе Сергея Павловича и под его руководством была специально построена исследовательская ракета Р-1А, которая могла поднимать аппаратуру массой 130 кг на высоту 110 км. Она стала первой «стратосферной лошадкой», безотказно поднимавшей с мая 1949 года приборы для геофизических измерений, а с июля 1951 года в усовершенствованном варианте и биологические объекты.

С. П. Королев при поддержке академика А. А. Благонравова и других ученых разрабатывал планы исследо-



ваний влияния факторов высотного полета на живой организм. Он был уверен в том, что собака выдержит подъем, предусматривал ее безопасный спуск. «Это нам сослужит большую службу при подготовке будущих полетов человека», — говорил он. Запуски ракет с собаками и другими живыми организмами на большие высоты прошли успешно и дали богатейший научный материал.

В КБ, руководимом Сергеем Павловичем, были построены более мощные одноступенчатые геофизические ракеты В-2-А и В-5-В. Первая с мая 1957 года стала поднимать на высоту 212 км аппаратуру массой более двух тонн. Чтобы ракета не оказывала действия на измеряемые параметры верхних слоев атмосферы, контейнер с геофизическими приборами отстреливался от нее на большое расстояние. Вторая ракета начала использоваться с 1958 года и могла поднимать груз в 1,5 т на высоту до 450 км. На ракете В-2-А устанавливался двигатель РД-101, а на В-5-В — РД-103 (оба — конструкции В. П. Глушко). Эксперименты, проведенные с помощью этих ракет, внесли существенный вклад в изучение верхних слоев атмосферы. Правда, у них

был и недостаток — кратковременность полета. Длительные наблюдения обеспечили лишь искусственные спутники Земли.

Проблемой создания искусственных спутников Земли С. П. Королев непосредственно занялся с 1954 года. Он видел в ИСЗ внеатмосферные лаборатории, которые могут получать прямые данные о солнечной активности. Кроме того, эти лаборатории способны сообщить на Землю сведения о межпланетной среде, метеорных частицах и межпланетном газе.

Запущенный 4 октября 1957 года первый в мире советский искусственный спутник Земли оправдал надежды ученых. Настоящими лабораториями на орбите стали второй и, особенно, третий спутники. Трудно в короткой статье перечислить все данные, полученные с их помощью. Напомним лишь, что на втором спутнике совершила космический рейс собака Лайка, а это позволило проверить протекание основных физиологических функций животного на различных участках полета ракеты и спутника (активный участок, момент выведения на орбиту, орбитальный полет). Эксперимент показал, что высокоорганизованное животное способно благополучно переносить условия космического полета. Кроме биологического эксперимента на ИСЗ

■
Медаль имени С. П. Королева

проведены измерения характеристик солнечного и космического излучений.

Научная отдача от третьего спутника была количественно более существенной. На нем было около тонны аппаратуры, определяющей давление и состав атмосферы, концентрацию положительных ионов, напряженность магнитного поля Земли, интенсивность корпускулярного излучения Солнца, состав космических лучей и многое другое. Ученые уточняли характеристики геомагнитного поля, распределение давления и плотности атмосферы, а также величину сжатия Земли. С. П. Королев с гордостью писал: «Полтора года после запуска первого искусственного спутника Земли были ознаменованы выводом на орбиту второго и третьего спутников. Это были в полном смысле слова летающие лаборатории».

Вместе с тем, Главный конструктор отчетливо понимал, что дальнейший прогресс освоения околоземного космического пространства связан с полетом человека. Для успешной подготовки к выходу человека в космос фундаментальные исследования велись на всех предприятиях, участвовавших в советской космической программе. Руководил ее осуществлением по заданию Центрального Комитета партии совет главных конструкторов во главе с С. П. Королевым.

Коллектив ГДЛ—ОКБ под руководством В. П. Глушко создал двигатели РД-107 и РД-108, обеспечившие получение удельного импульса на первой ступени ракеты-носителя в 314 с при тяге в пустоте 102 т и



давлении в камере сгорания 60 ата и удельного импульса в 315 с при тяге в пустоте 96 т и давлении в камере сгорания 52 ата на второй ступени. Коллектив ОКБ во главе с С. П. Королевым, используя эти энергетические ресурсы, разработал ракету-носитель с чрезвычайно высокими летными данными и совершенной конструкции, непревзойденную в течение десяти лет.

При создании одноместного космического корабля «Восток» конструкторам пришлось по-новому решать проблемы управления движением (ориентацией, маневрированием), навигации, терморегулирования, энергопитания, радиосвязи и, в особенности, жизнеобеспечения на орбите и возвращения космонавтов на Землю. Буквально в каждой разрабатываемой системе Сергей Павлович участвовал лично. Это относится и к выбору формы и конструкции спускаемого аппарата, которому предстояло пронестись сквозь плотные слои атмосферы, затормозиться и совершить посадку. Парашютные

системы для приземления разрабатывались под личным наблюдением Сергея Павловича. Им он придавал особое значение.

Глубоко научным был подход не только к конструированию корабля, но и к отработке всех его систем и летной проверке на орбитах. В мае 1960 года впервые запустили корабль-спутник. Он еще не имел тепловой защиты и не предназначался для возвращения на Землю. При втором запуске в августе уже отработывались и последние стадии полета. Корабль приземлился на следующий день после старта. По результатам этих полетов была проведена доработка конструкции, изготовлены новые чертежи, и по ним — образцы кораблей, уже близкие к тому, в котором летал Ю. А. Гагарин. Они прошли всестороннюю летную проверку — дважды на них отправляли в космос животных и манекены. И только после этого С. П. Королев уверенно заявил на заседании Государственной комиссии, что подготовка заканчивается и можно запускать корабль с человеком на борту.

Орбитальный полет Ю. А. Гагарина, который за 1 час 48 минут облетел земной шар, открыл новую стра-

■
С. П. Королев и Ю. А. Гагарин. 1961 год



ницу в покорении человеком космических высот. Для второго полета, который планировался на август 1961 года, был предложен большой срок — сутки. Медикам такой срок показался фантастическим. Врачи сначала возражали против предложения Сергея Павловича.

После успешного 17-виткового полета Г. С. Титова на «Востоке-2» он сказал:

— Вся научная программа, заданная космонавту, была им выполнена полностью. Сокровищница человеческих знаний пополнилась новым, принципиально важным фактом. Полное сохранение работоспособности человека на протяжении более чем суточного пребывания за пределами Земли — таков основной и самый важный итог полета корабля «Восток-2».

■
*В. В. Терешкова, С. П. Королев,
Ю. А. Гагарин и В. Ф. Быковский.
1963 год*

Программой неизменно ставились перед космонавтами все более ответственные научные задачи, необходимые для развития пилотируемых космических полетов — и тогда, когда командиры «Востоков» совершали длительные полеты в составе двух кораблей, и когда в космосе находилась первая в мире женщина-космонавт.

Для дальнейших экспериментов в космосе потребовалось создать многоместный корабль «Восход». В 1964 году творческий коллектив, возглавляемый С. П. Королевым, выполнил много экспериментов, отработывая двигатель, системы приземления, системы обеспечения жизнедеятельности, скафандры (для корабля «Восход-2»), системы шлюзования бортовой аппаратуры и агрегатов корабля. На первом же из «Восходов» отправилась космическая экспедиция в составе трех космонавтов, а с «Восхода-2» впервые в мире был совершен выход человека в открытый космос.

Девизом космонавтов, летавших на «Востоках» и «Восходах», а позже на «Союзах» и «Салютах», стали слова, сказанные С. П. Королевым после первого полета Ю. А. Гагарина: «Космонавт должен серьезно учиться. Не только получить высшее техническое образование. С этого необходимо начать. Космонавт — испытатель сложнейшей техники... Для подготовки космонавтов необходима хорошая исследовательская и испытательная база... Космонавтов надо шире включать в состав исполнителей наших научно-исследовательских и испытательных работ». Именно успешное выполнение функций испытателей и исследователей принесло замечательные победы советским космонавтам.

Важные вехи в истории космонавтики — полет станций «Луна-1», «Луна-2», фотографирование лунной поверхности «Луной-3», а потом станцией «Зонд-3». Высоко оценивая первые результаты применения автома-

тических космических аппаратов, Сергей Павлович предупреждал, что на этом останавливаться нельзя: «Период первых сенсационных открытий и первых фотографий, сделанных с дальних расстояний... окажется недостаточным».

В последние годы жизни С. П. Королев много трудился над тем, чтобы приблизить «небесного фотографа и исследователя» к Луне и мягко посадить его на лунную поверхность. «Луна — это естественный и вечный наш спутник — имеет существенные отличия от Земли... В этих необычных, присущих только Луне условиях, заложены огромные возможности для научных исследований, совершенно недоступных на Земле».

Не сразу удалась мягкая посадка автоматической станции на Луне. Некоторые специалисты сомневались в успехе, предполагая, что вся поверхность Луны покрыта мощным слоем очень рыхлого грунта. Для успокоения сомневающихся Сергей Павлович выдал им «документ»: на листке из блокнота написал два слова — «Луна твердая». И подписался: С. П. Королев. А когда на специальном совещании обсуждались итоги первых работ в этой области, Сергей Павлович сказал: «Наши временные трудности не должны нас останавливать. Это издержки процесса познания... Следующая станция идеально выполнит то, к чему мы так упорно стремимся».

Действительно, станция «Луна-9» в феврале 1966 года мягко опустилась на Луну и впервые передала панораму лунной поверхности. А потом на Луне успешно работали наши луноходы, автоматические станции до-

ставили в земные лаборатории лунный грунт...

Главный конструктор первых ракетно-космических систем Сергей Павлович Королев умер 14 января 1966 года. В этом году Сергею Павловичу исполнилось бы 70 лет. Вся его жизнь была посвящена авиации и космонавтике.

Родился С. П. Королев в Житомире 12 января 1907 года. Его детство прошло в Одессе, где он в 1922 году поступил в Стройпрофшколу и, будучи ее учеником, увлекся планеризмом. В 1924 году он предложил первый свой проект планера К-5. В том же году окончил профессиональную школу и переехал в Киев, где поступил в Политехнический институт. Оттуда в 1926 году перевелся в Москву, в Высшее техническое училище. Здесь он активно включился в работу планерной школы и построил планеры «Коктебель» и «Красная Звезда». На планере «Красная Звезда» в 1930 году были выполнены впервые в практике безмоторного полета петли П. Н. Нестерова.

В начале 30-х годов С. П. Королев увлекся идеей ракетного полета, возглавил ГИРД (Группа изучения реактивного движения). Здесь под его руководством в 1933 году были построены и испытаны первые советские жидкостные ракеты. Приняв активное участие в создании Реактивного научно-исследовательского института (РНИИ), С. П. Королев организовал в нем отдел по разработке ракетных летательных аппаратов. Вместе с сотруниками он построил и испытал целую серию крылатых ракет, применил на них системы управления, разработал проект высотного раке-

топлана. В качестве ракетоплана-лаборатории он использовал свой планер СК-9, на который был установлен ракетный двигатель. В феврале 1940 года ракетоплан трижды успешно испытывался в полете. Развивая полученные результаты, С. П. Королев пришел к созданию мощных ракет и первых ракетно-космических систем.

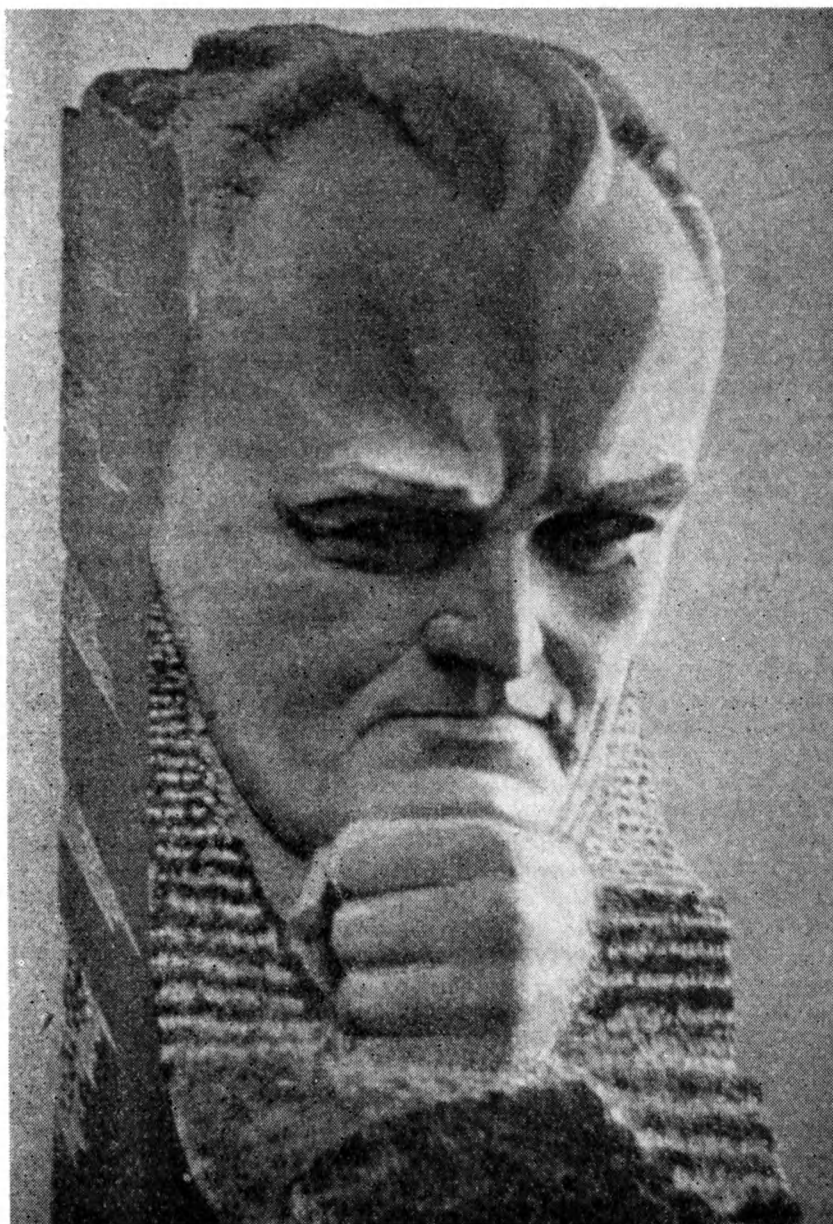
Чем дальше развивается космонавтика, тем отчетливее проявляются заслуги С. П. Королева. Не случайно на XIII Международном конгрессе по истории науки в 1971 году он был назван основоположником практической космонавтики («Земля и Вселенная», № 5, 1972, стр. 7—9.—Ред.). С трибуны конгресса было сказано, что в истории мировой науки и техники с именем С. П. Королева неразрывно связаны великие основополагающие свершения первого десятилетия космической эры человечества.

Самым лучшим памятником Сергею Павловичу стали и будут замечательные победы в космосе. В 1975 году состоялся первый международный космический полет пилотируемых кораблей «Союз»—«Аполлон». На станции «Салют-4» совершили 63-суточный полет П. И. Климук и В. И. Севастьянов. В 1976 году на корабле «Союз-22» В. Ф. Быковский и В. В. Аксенов произвели космическую съемку Земли с помощью многоспектрального фотоаппарата, изготовленного в ГДР, что символизирует крепнущее содружество братских стран в освоении космоса. Впереди — новые полеты в космос.

Все большую пользу приносит космонавтика народному хозяйству, обеспечивая сверхдальнюю связь, телевидение, метеорологическое прогнозирование, работы в интересах геологии и многое другое.

Штурмуя космос, ученые, конструкторы, космонавты всегда помнят слова С. П. Королева: «Космонавтика имеет безграничное будущее, и ее перспективы беспредельны, как сама Вселенная».

**МЕМОРИАЛЬНЫЙ
ДОМ-МУЗЕЙ
АКАДЕМИКА
С. П. КОРОЛЕВА**



У Выставки Достижений народного Хозяйства СССР, в непосредственной близости от монумента наших космических побед, к которому ведет дорога Героев, находится небольшой дом, где жил академик Сергей Павлович Королев («Земля и Вселенная», № 2, 1975, стр. 89—90.— *Ред.*).

Сейчас здесь — Дом-музей. Много рабочих, колхозников, инженеров и молодежи входят в этот музей с чувством глубокой признательности и уважения.

Заботливые и любящие руки сделали все, чтобы у посетителей складывалось впечатление обитаемого дома. Вот-вот откроется дверь и войдет хозяин дома, пройдет в кабинет, достанет нужную книгу, запишет новую мысль или остановится у какого-либо макета.

Часто, возвращаясь усталым, он присаживался на первую ступеньку лестницы передохнуть, подумать, подвести итоги дня, а порою и просто помечтать. Недаром эту ступеньку назвали «раздумчивой».

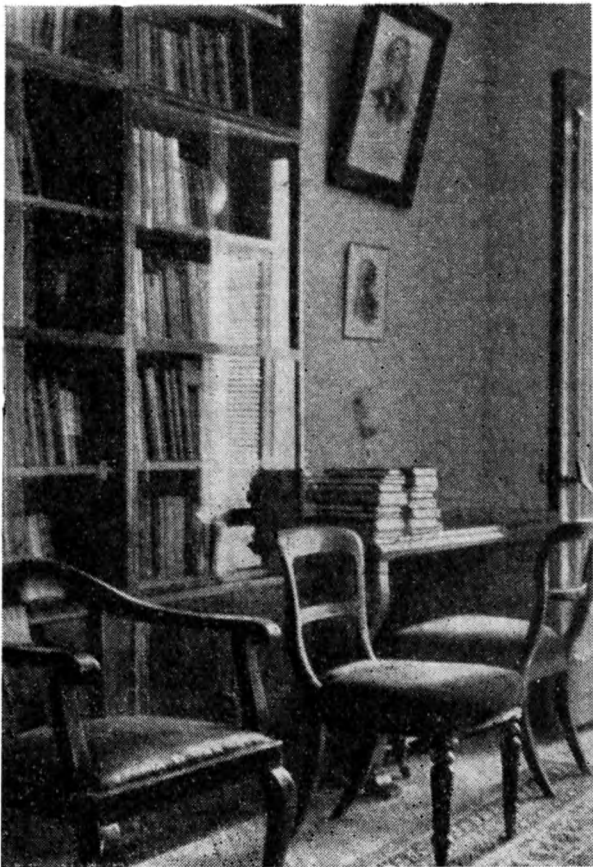
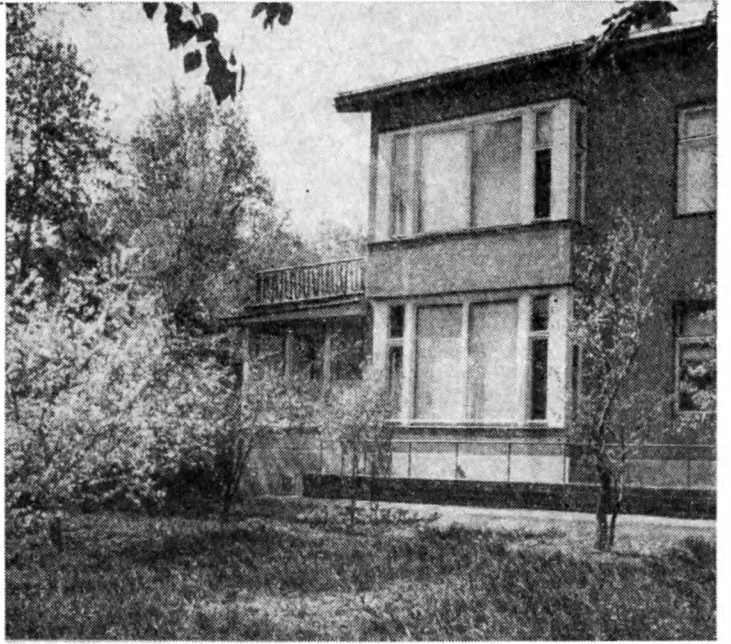
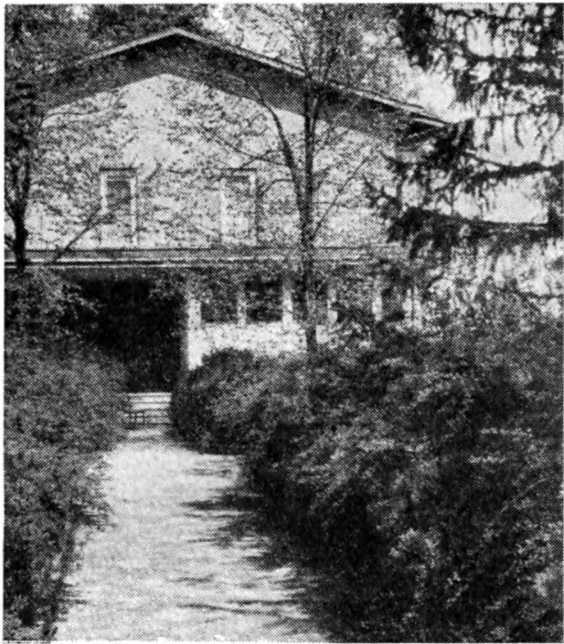
В доме бывали ученые, космонавты, конструкторы — люди самых различных специальностей.

■
Скульптурный портрет С. П. Королева работы Г. Н. Постникова. Суровый материал гранит ожил в руках скульптора. Главный конструктор замер в задумчивой позе, но удачно найденная мысль загорелась во взгляде, губы чуть тронула улыбка, и вот он перед нами совсем-совсем живой...

■
Дом, где жил С. П. Королев с 1959 по 1966 год. Фасад и вид со стороны аллеи

■
Уголок библиотеки

■
Гостиная





В редкие минуты отдыха Сергей Павлович любил поработать в саду, и его гости с большим удовольствием помогали ему. Здесь трудились с лопатами в руках и Юрий Гагарин, и другие космонавты.

В юбилейные дни космических свершений в доме Королева неизменно собирались его друзья и соратники.

Мы посетили Дом-музей в весеннюю пору.

Было удивительно сине-голубое небо. В саду цвели яблони.

На журнальном столике в гостининой лежал открытый руками Сергея Павловича номер газеты «Правда» и его очки. Кресло — чуть вмятое, будто он только что поднялся с него. В кабинете, залитом солнечным светом, с одного портрета нам улыбался первый космонавт Земли — Юрий Гагарин, а с другого — пытливым взором глядел в будущее Константин Эдуардович Циолковский.

Велика роль Сергея Павловича Королева в том, что наша страна первой проложила дорогу в Космос. Он говорил: «Мы уверены, что в самом недалеком будущем ракетное летание широко разовьется и займет подобающее место в системе социалистической техники...».

Мечты его сбываются. Космос бороздят новые корабли и спутники на благо человечества.

■
Лестница на второй этаж дома. На переднем плане скульптура работы Г. Н. Постникова

Фото автора

Лауреат медали имени С. П. Королева
кандидат технических наук
Г. Н. ЗЛОТИН



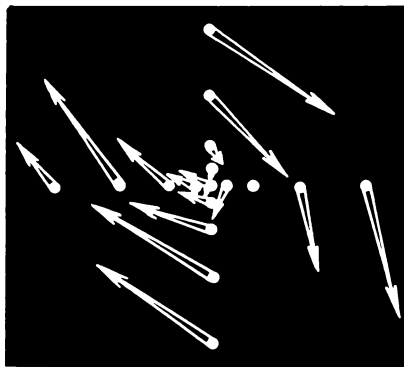
ЭКСПЕДИЦИИ

Доктор географических наук
В. Г. КОРТ

«ПОЛИМОДЕ»

В 1970 году Институт океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР организовал научный эксперимент в центральной части Атлантического океана — «Полигон-70» («Земля и Вселенная», № 3, 1971, стр. 6—13.— Ред.). В течение шести месяцев с экспедиционных судов и автономных буйковых океанографических станций велись непрерывные наблюдения основных гидрофизических характеристик (течение, температура, соленость и др.) на акватории размером 120×120 морских миль. В результате этих уникальных исследований динамики вод в открытой части океана, в зоне квазистационарных течений (Северное пассатное течение) были обнаружены крупные вихреобразные возмущения вектора скорости течения, которые напоминают атмосферные циклоны и антициклоны. Характерный размер этих вихрей около 100—200 км. Вихри прослеживались от поверхности до глубины 1000—1500 м. Они перемещались через район полигона на запад со средней скоростью до 5 см/с при средней орбитальной скорости на глубинах 200—300 м — 20—25 см/с.

Обнаружение советскими учеными мощных вихреобразных возмущений в океане стимулировало аналогичные экспедиционные исследования и в других странах. Так, в США с 1972 года по настоящее время ведутся обширные наблюдения вихревых возмущений в юго-западной части Северной Атлантики по программе «МОДЕ» (Срединно-океанический динамический эксперимент). Американские исследования подтвердили существование и большое разнообра-



зие вихреобразных движений в океане.

Учитывая важную роль вихревых возмущений в динамике вод океана, а также большую сложность и трудоемкость их изучения, в 1974 году была разработана многолетняя научная программа советско-американского сотрудничества по совместному изучению Мирового океана, включающая и программу обширных исследований динамики вихревых возмущений в океане — «ПОЛИМОДЕ» (сокращенное название составлено из начальных букв слова «Полигон» и английских слов, которые в переводе означают — Международный крупномасштабный океанический динамический эксперимент). «ПОЛИМОДЕ» является логическим развитием исследований по советской программе «Полигон-70» и американской «МОДЕ».

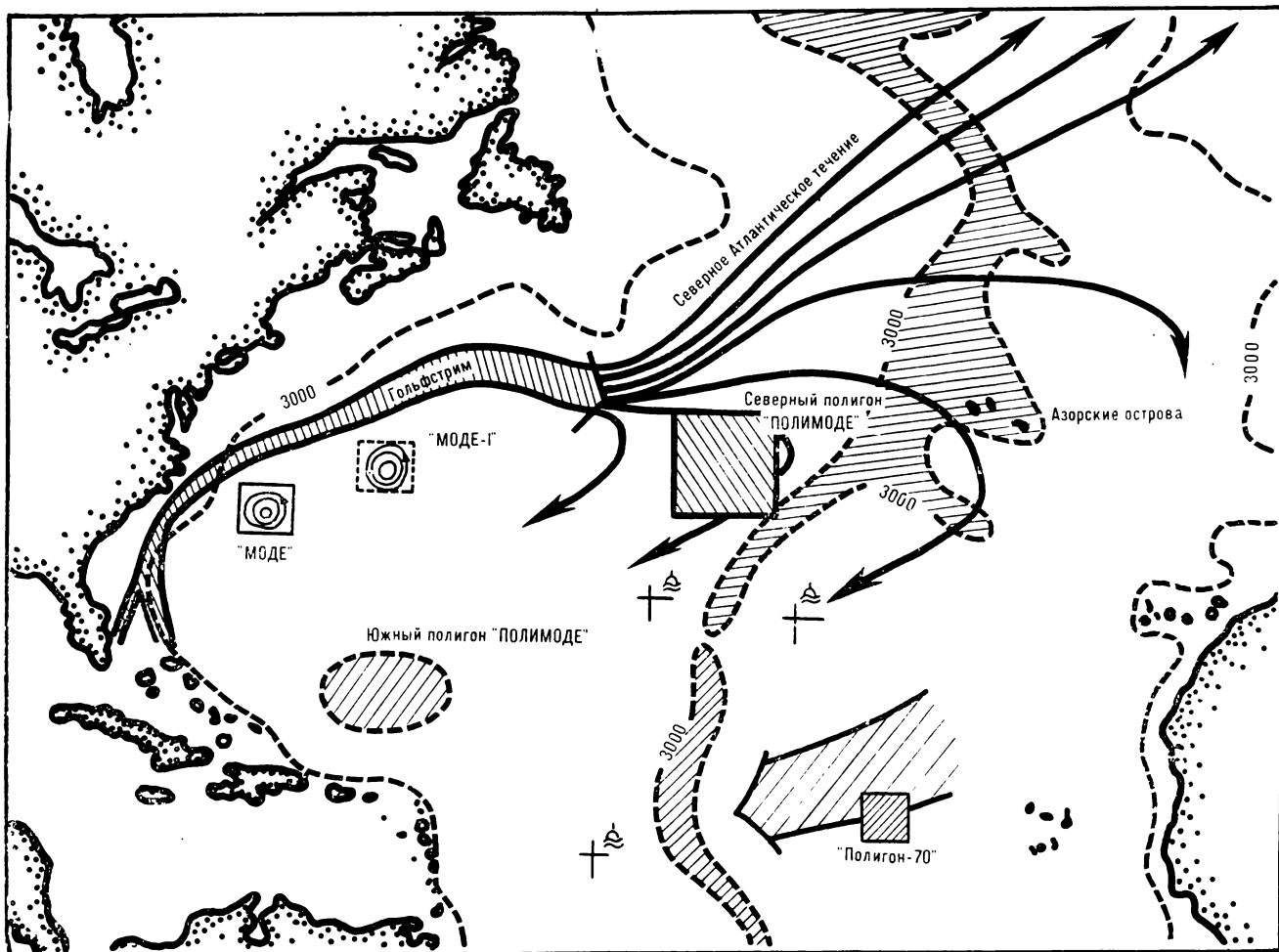
■
Распределение вектора скорости течения в океанском антициклоническом вихре. Наблюдения выполнены на «Полигоне-70» 24 мая 1970 года. Диаметр вихря достигал 100 км

Какие научные задачи предстоит решать в эксперименте «ПОЛИМОДЕ»?

Прежде всего, изучение интенсивных вихревых движений в океане на больших пространствах и в течение длительного времени. Необходимо получить кинематические и статистические характеристики вихрей — их геометрические размеры, мощность по глубине, направление и скорость вращательного и поступательного движения, продолжительность их жизни. Чрезвычайно важно знать изменчивость всех этих характеристик в пространстве и времени.

Для понимания природы и механизмов развития вихревых движений необходимы одновременные исследования режима квазистационарных океанических течений, на фоне которых развиваются вихри, а также изучение воздействия на них внутренних океанских волн и короткопериодных инерционных течений. Все эти процессы будут изучаться одновременно с наблюдениями в нижних слоях атмосферы для оценки роли метеорологических возмущений (изменчивости силы ветра и атмосферного давления) в формировании вихрей. Необходимо изучить механизмы взаимодействия вихрей между собой и определить перенос количества движения, тепла и энергии океаническими вихрями, а также оценить изменения этого переноса в пространстве и времени. Все наблюдения по программе «ПОЛИМОДЕ» будут проводиться на значительной акватории океана не менее года.

Кроме экспедиционных исследований план предусматривает разработку теоретических моделей океаниче-



ских вихрей для проведения численных экспериментов по динамике вихревых движений и их влиянию на океаническую циркуляцию.

Успешное выполнение этих задач важно для развития методов океанографических прогнозов, а также для разработки объединенной динамической модели системы «атмосфера — океан», необходимой для дальнейшего усовершенствования методов прогноза погоды.

С начала 1975 года идет интенсивная подготовка к выполнению программы «ПОЛИМОДЕ». Сейчас десятки ведущих советских и американских океанологов разрабатывают теоре-

тические динамические модели океанических вихрей. В августе 1976 года в Крыму состоялся теоретический семинар по проблемам «ПОЛИМОДЕ». В работе семинара кроме советских океанологов приняли участие и американские ученые. Рекомендации этого семинара учитываются при разработке плана экспедиционных исследований по программе «ПОЛИМОДЕ».

Проект плана предусматривает наблюдения на двух гидрофизических полигонах — северном и южном. Для северного полигона выбрано место к югу от того района, где Гольфстрим переходит в Северо-Атлантическое течение. В этом районе ученые зафиксировали очень интенсивные движения вод. Это обстоятельство обеспечивает исследование океанических вихрей обычными методами гидрологических съемок, которые проводят-

ся с экспедиционных судов. Размеры полигона примерно 300×300 миль. На северном полигоне будет установлено 19 автономных буйковых океанографических станций с самописцами течений и температуры воды на 5—6 горизонтах (глубинах). Непрерывная работа буйковых станций планируется на один год. Расстановка станций на полигоне представляет собой сложную «антенну», состоящую из пяти совмещенных несимметричных крестообразных групп, по пять станций в каждой группе. На северном полигоне будут работать советские буйковые станции, а к югу и юго-востоку от него — 15 американских, объединенных в три группы по пять станций в каждой. Эти группы расположатся по обе стороны от глубоководного Срединно-Атлантического хребта. Это даст возможность

■
Схема расположения полигонов и буйковых станций в Атлантическом океане по программе «ПОЛИМОДЕ»



ЭКСПЕДИЦИИ



оценить влияние рельефа дна на динамику вихрей.

Непрерывную регистрацию течений и температуры воды на буйковых океанографических станциях предстоит дополнить систематическими (через каждые 30—40 суток) квазисинхронными гидрологическими съемками по всей акватории полигона с экспедиционных судов.

Южному полигону отводится акватория в 150—200 милях к северо-востоку от Багамских островов (вблизи равнины Нарес), в зоне действия береговых гидроакустических станций. На этом полигоне будут наблюдать глубинные течения (на горизонтах 700 и 2000 м) с помощью свободно дрейфующих акустических поплавков и проводить гидрологические съемки.

Для выполнения намеченной программы исследований необходимо подготовить сотни научных приборов, большое количество технических средств и материалов. Достаточно сказать, что только стальных тросов потребуется более 500 км (!).

В сентябре 1976 года советское научно-исследовательское судно «Академик Вернадский» вышло в специализированный рейс в Атлантический океан. Во время плавания проводились сравнительные океанографические измерения (интеркалибрация) советскими и американскими приборами, которые предстоит использовать в эксперименте «ПОЛИМОДЕ». Калибрация приборов — весьма важный момент в подготовке к эксперименту. Одновременно с подготовкой измерительной аппаратуры согласо-

вывались методы и приемы камеральной обработки массива наблюдательных данных.

В программе «ПОЛИМОДЕ» с советской стороны будут участвовать научно-исследовательские суда Института океанологии АН СССР, Морского гидрофизического института АН УССР, Акустического института АН СССР и Гидрографической экспедиции. От США в экспедиции примут участие суда Океанографического института в Вудс-Холле, Гидрографической службы и других учреждений. О желании принять участие в исследованиях по программе «ПОЛИМОДЕ» заявили Англия, Франция, ФРГ и Канада.

Начало экспедиционных работ по программе планируется на середину 1977 года.

47-й РЕЙС «ГЛОМАРА ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»



В июне 1976 года научно-исследовательское судно «Гломар Челленджер» завершило свой 47-й рейс по программе Глубинного бурения в море, который одновременно был третьим рейсом более широкого проекта — Международной фазы океанического бурения. Рейс проходил в восточной части Атлантического океана.

Во время бурения к югу от Канарских островов, у северо-западных берегов Африки обнаружены следы необычно интенсивных подводных оползней: слой осадочных пород мощностью 3000 м был свнесен с континентального склона. В том же пункте поднята на борт колонка грунта с мелкозернистым золотым песком.

Геолого-геофизическая группа

экспедиции, возглавляемая У. Райаном (Ламонтская геологическая обсерватория Колумбийского университета) установила, что Канарские острова намного моложе окружающего дна Атлантического океана. К возникновению этих островов привели вулканические процессы. В колонках грунта, поднятых при бурении примерно в 100 км от Канарских островов, обнаружены обломки лавы величиной «с мяч для гольфа». Они находятся в слоях мощностью несколько метров.

Бурение, выполненное к западу от побережья Португалии, оказалось своего рода рекордом — впервые удалось пройти морское ложе на глубину до 1740 м.

«Science News», 109, 23, 24, 1976.



РАЗМЕРЫ НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД

Известно, что радиопульсары — это нейтронные звезды. Из теории следует, что их диаметры очень малы — порядка 10 км. Но практически еще ни у одной нейтронной звезды не удалось измерить радиус. Мы знаем лишь размеры области, из которой идет радиоизлучение пульсара. Однако ее радиус намного больше радиуса самой звезды и достигает тысяч километров.

Недавно была сделана попытка оценить размеры нейтронных звезд. Американский астрофизик Б. Ласкер отождествил пульсар в созвездии Парусов с оптической звездой. В том месте, где находится радиопульсар, он обнаружил очень слабую звездочку, которая в голубом цвете имела лишь 23,7 звездной величины. Оптических пульсаций, аналогичных пульсациям радиоизлучения, зарегистрировать не удалось. Астрофизики Дж. Гринстейн и Ж. Мак-Клинтон предположили, что открытый Б. Ласкером объект — нейтронная звезда, нагретая до многих сотен тысяч градусов.

Если нейтронная звезда в созвездии Парусов излучает, как абсолютно черное тело, то радиус ее легко определить, зная расстояние до звезды и температуру ее излучения. Поскольку пульсар в созвездии Парусов удален от Солнца на 500 пс, а температура его излучения вряд ли достигает десятка миллионов градусов (иначе наблюдалось бы рентгеновское тепловое излучение), то диаметр этого пульсара около ... 80—100 км.

«Astrophysical Journal Letters», 208, 1, 1976.

МЯГКОЕ РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ГЕРКУЛЕСА X-1

Как известно, излучение рентгеновского источника Геркулес X-1 наблюдается не всегда. Его можно регистрировать только на протяже-

нии 11 суток из каждых 35, затем рентгеновское излучение исчезает, будто на оставшиеся 24 дня источник отключается («Земля и Вселенная», № 5, 1975, стр. 34—38.—Ред.). Предпринимались неоднократно попытки обнаружить излучение Геркулеса X-1 на стадии «выключения».

7 сентября 1974 года состоялся полет американской исследовательской ракеты «Aerobee-200». Рентгеновские счетчики, установленные на ракете, исследовали область источника Геркулес X-1 в мягком рентгеновском диапазоне 0,18—0,28 кэВ. В это время источник был «выключен», до «включения» оставалось еще 6 суток. И все-таки мягкое рентгеновское излучение было зарегистрировано. Оно оказалось довольно слабым и составляло всего 4% от мягкого рентгеновского потока источника Геркулес X-1 на стадии «включения». Не были обнаружены и характерные для Геркулеса X-1 пульсации излучения с периодом 1,28 секунды.

Американские ученые Ж. Фритц, С. Нараян, С. Шульман и другие считают, что Геркулес X-1 светит в рентгеновском диапазоне непрерывно и с постоянной интенсивностью. По их мнению, характерный 35-дневный цикл возникает из-за периодического поглощения рентгеновского излучения в газовом диске, окружа-

ющем нейтронную звезду в этой двойной системе.

«Astrophysical Journal Letters», 207, 1, 1976.

ЛЕБЕДЬ X-2—ДВОЙНАЯ СИСТЕМА

Неоднократно предпринимались попытки обнаружить периодичность рентгеновского и оптического излучений источника Лебедь X-2. Источник этот около 10 лет назад был отождествлен с голубым звездообразным объектом 15-й величины, по доказать, что Лебедь X-2, как и многие другие рентгеновские источники, относится к двойным системам, до последнего времени не удавалось.

В июне 1975 года американские астрофизики Д. Крэмpton и А. Коули на 2,1-метровом телескопе обсерватории Китт Пик получили спектры звезды, отождествляемой с Лебедем X-2. Анализ лучевых скоростей показал, что они меняются периодически. Наиболее приемлемо значение периода 0,8614 суток. Никаких затмений, характерных, например, для источника Геркулес X-1, не было обнаружено. Д. Крэмpton и А. Коули считают, что система Лебедь X-2 удаляется от Солнца довольно быстро — 229 км/с. Расстояние до нее сейчас около 2,1 кпс.

В результате измерения периода и величины функции масс системы были оценены возможные массы звезд, входящих в эту двойную систему. Оказалось, что Лебедь X-2 состоит из маломассивных звезд. Масса видимого компонента вряд ли больше 1,9 солнечной, а масса невидимого — меньше 1,1 солнечной. Невидимый компонент, таким образом, не может быть черной дырой. Вероятнее всего, что это нейтронная звезда или даже белый карлик.

«Astrophysical Journal Letters», 207, 3, 1976.





ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

В. Г. ХЕЦЕЛИУС

Исследования астроклимата

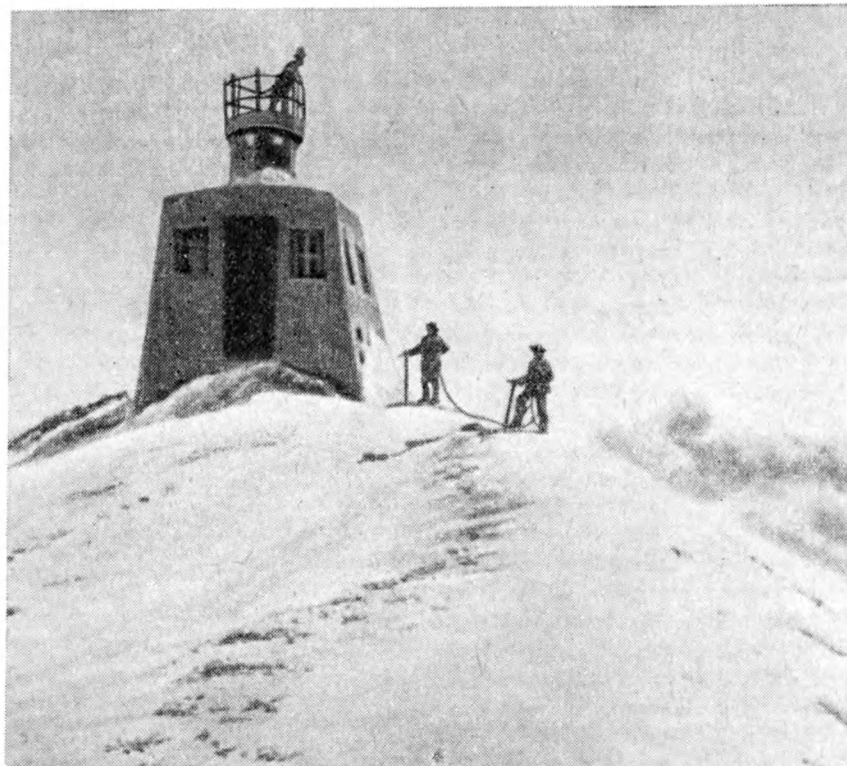
ЕВРОПЕЙСКАЯ ШКОЛА АСТРОКЛИМАТОЛГОВ

Впервые проблема астроклимата или выбора оптимальных условий для астрономических наблюдений была поставлена еще в XVIII веке. В 1717 году Ньютон писал: «Существуют пределы, за которыми телескоп не может проявить всю свою силу. Ибо воздух, сквозь который мы смотрим на звезды, находится в вечном волнении... Единственный выход заключается в отыскании наиболее прозрачного и спокойного воздуха — такого, который, вероятно, может быть найден на высочайших вершинах гор, выше толстого слоя облаков».

Первая известная нам попытка реализовать эту идею была предпринята во Франции. Астроном Франсуа де Плантад (1670—1741) из Тулузы предложил устроить обсерваторию на вершине горы Пик-дю-Миди (2870 м)

Пиренеях и совершил туда несколько восхождений. Последнее восхождение стоило ему жизни. По-видимому, это трагическое событие на долгие годы отодвинуло строительство обсерватории на Пик-дю-Миди. Эпизодические наблюдения проводились здесь начиная со второй половины XIX века.

В начале XIX века ведутся поиски подходящих мест для обсерваторий и на более умеренной высоте. И все же преимущество горных вершин в то время было бесспорным. Определеннее, чем кто бы то ни было, по этому поводу высказался Ч. Пиацин-Смит. Убеждение, что любая горная вершина для астрономических наблюдений лучше всякого пункта на низменности, он вынес после работы на



пике Tenerif в 1856 году. Пиацин-Смит пробыл там около двух месяцев, наблюдая с 7 $\frac{1}{4}$ -дюймовым рефлектором звезды в трех пунктах на высотах от 2700 до 3600 м. Его коллега Д. Эджкомб исследовал состояние воздуха в нижних частях горы.



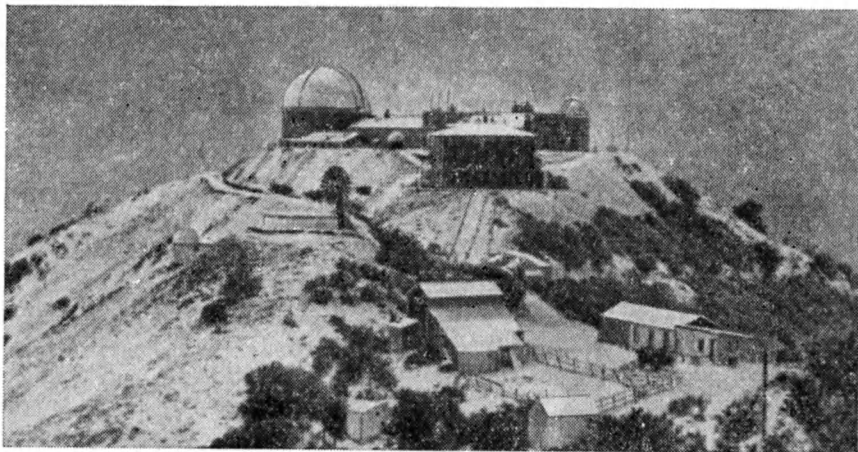
Обсерватория П. Жансена на вершине Монблана (4807 м). В начале XX века эта обсерватория была самой высокогорной. Здесь получены превосходные снимки солнечной грануляции

Эджкомб писал: «Я неоднократно вводил трубу на край горы, чтобы наблюдать исчезновение звезд за ним... Обычно исчезновение было внезапным, но иногда, вероятно в тех случаях, когда лучи от звезды пронизывали теплую струю воздуха, звезда выделяла странную гимнастику перед исчезновением за конусом горы... И что за изображения получались в телескопе! Печная труба не могла бы произвести более печального эффекта». Такая разница атмосферных условий на разных высотах одной и той же горы и заста-

вила Пиацци-Смита вывести категорическое заключение о преимуществе любой горной обсерватории над равнинной. Был период, когда его мнение разделяли почти все астрономы мира. К сожалению, надо признать, что менее чем через 100 лет выводы Пиацци-Смита были прочно забыты, и большинство современных астрономов никогда не слышали о них. Но во второй половине XIX века университетские и частные астрономические обсерватории строятся в основном в горах.

К началу XX века Франция располагала несколькими горными обсерваториями: на Пик-дю-Миди (2870 м), в Кито (Эквадор) на высоте около 3000 м, на Монт Моунер (2470 м) в Альпах. Самая высокогорная обсерватория была сооружена П. Жансеном на вершине Монблана (4807 м), но не на каменистом массиве горы, а на льду. Постепенно обсерватория сползла с вершины по склону и к 1919 году была засыпана снегом.

Строится несколько обсерваторий и на умеренных высотах (Ницца, остров Мальта и др.), где изображения почти так же хороши, как и на многих горных обсерваториях. К этому же времени была разработана методика оценки спокойствия звездных изображений по количеству и структуре дифракционных колец. Основы методики были представлены в виде 10-балльной шкалы Пикеринга. Современные исследования показали, что чувствительность метода дифракционных колец низкая. В лучшем случае с его помощью можно отличить очень хороший пункт от слишком плохого. Неудивительно, что часто оценка пригодности равнинных пунк-



Такой Ликская обсерватория была в начале века. Слева — башня 36-дюймового рефлектора

Трехраздельная туманность в созвездии Стрельца. Снимок получен на 36-дюймовом рефлекторе Ликской обсерватории



ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

тов для строительства обсерваторий мало отличалась от горных. А поскольку осваивать и эксплуатировать горные обсерватории труднее, то в начале XX века новые обсерватории в Европе воздвигались преимущественно на равнине или на умеренных высотах.

ИССЛЕДОВАНИЯ НА АМЕРИКАНСКОМ КОНТИНЕНТЕ

В конце прошлого века на Американском континенте, как и в Европе, обсерватории строились в горах. В 1872 году профессор Г. Давидсон поднялся в горы Сьерра-Невада для того, чтобы решить вопрос, насколько изображения в горах лучше изображений на низменности. Он обнаружил, что на высотах 2400—2500 м из 358 дней 270 ясных. Спутник звезды α Малой Медведицы (Полярная) был виден в 2-дюймовую трубу при увеличении в 35—40 раз. Рефрактор с диаметром 3 дюйма при увеличении в 250 раз давал спокойные изображения этой звезды и Сатурна. Тем не менее астроклиматологи европейской школы начала XX века не увидели ничего особенного в наблюдениях Давидсона, так как считалось, что малая облачность свойственна почти всем горным вершинам, а спутник звезды α Малой Медведицы в 2-дюймовую трубу «никогда можно видеть и в Петрограде».

В том же 1872 году Ч. Юнг исследовал вершину горы Шерман (2745 м) в штате Вайоминг. Юнг утверждал, что 9,4-дюймовый рефрактор, с которым он наблюдал, эквивалентен 13-дюймовому, расположенному на уровне моря.

Американские исследователи астроклимата столкнулись с тем же фактом, что и Пиаци-Смит. П. Ловелл после долгих поисков места для своей обсерватории остановился на Флагстаффе в штате Аризона. Наблюдения за Марсом и фотографии планет, полученные в этой обсерватории, показали, что астроклимат во Флагстаффе благоприятный. В ста милях от обсерватории Ловелла располагалась одна частная обсерватория. Ее владелец отказался от наблюдений, так как воздух даже для его скромных приборов «никогда не был хорош, никогда! И только, в лучшем случае, не отвратителен». Так было отмечено еще одно разительное отличие астроклимата в близких друг к другу пунктах.

Наиболее полно астроклиматические условия учитывались при выборе места для Ликской обсерватории. Европейские астрономы считали Дж. Лика и его душеприказчиков большими самодурами. Согласно завещанию Лика, обсерваторию требовалось воздвигнуть на самой высокой и недоступной горе Северной Калифорнии Маунт Гамильтон (1800 м). И она была построена. Наблюдения в Ликской обсерватории начались в 1888 году, и с тех пор в ней накоплен богатейший научный материал. Роль этой обсерватории в развитии мировой астрономии трудно переоценить. Ее сотрудниками были такие известные астрономы, как Х. Шепли, Г. Рессел, А. Эддингтон. Вряд ли можно согласиться с утверждением некоторых астрономов, будто Лик случайно указал на эту вершину горы. Атмосферные условия на ней проверял астроном Д. Бренхем уже

в разгар строительства — летом и осенью 1879 года. За два месяца наблюдений Бренхем убедился, что его 6-дюймовый рефрактор работает здесь заметно лучше, чем вдвое более крупный инструмент, установленный на равнине.

В начале XX века в Соединенных Штатах Америки строится еще несколько обсерваторий, и среди них — знаменитая обсерватория Маунт Вилсон. Наибольшая заслуга в ее создании принадлежит Хейлу. При выборе места для новой обсерватории был использован опыт ликских астрономов. Предварительные исследования вскоре ограничили район поиска вершинами Маунт Вилсон и Маунт Паломар в Южной Калифорнии. Когда исследовалось, насколько «спокойно» изображение Солнца на Маунт Вилсоне, впервые было замечено, что при подъеме телескопа на небольшую высоту изображение улучшается. Стоило наблюдателю забраться с инструментом на вершину высокой сосны, как изображение становилось намного лучше. Это позволило сделать вывод, что в основном искажают астрономические изображения приземные слои воздуха.

Обсерватория Маунт Вилсон была задумана как солнечная, но уже в ходе строительства ее профиль расширился. Обсерватория была оснащена 60-дюймовым рефлексом, зеркало для которого изготовил талантливый оптик и астроном-наблюдатель Дж. Ричи. Ричи хотел, чтобы его телескоп, снабженный прекрасной оптикой, работал с максимальной эффективностью. Но этому мешает атмосфера, и Ричи занялся проблемами астроклимата. Он не только

первым отметил связь между приземными инверсиями, скоростью ветра и качеством изображений, но и предложил новые методы повышения эффективности телескопа. Ричи добился поразительных результатов.

В начале века фотоэмульсии были настолько несовершенны, что при фотографировании предельно слабых звезд экспозиции на 60-дюймовом рефлекторе продолжались 10—15 часов. А так как из-за остывания зеркала фокус постепенно смещался, через каждые полтора часа Ричи вынимал кассету и заново фокусировал телескоп. Чтобы уменьшить нагревание подкупольного пространства и самого телескопа, Ричи днем закрывал башню брезентом. Он создал кассету со специальным затвором, для того чтобы компенсировать дрожание изображений. Путем длительной тренировки ему удавалось каждой рукой выполнить до четырех коррекций в секунду. При этом наблюдателю приходилось держать в зубах шнур от электроконтакта. Держая за шнур, он быстро закрывал затвор кассеты в моменты ухудшения изображений. Благодаря таким ухищрениям на снимках туманности Андромеды, полученных Ричи в 1910 году, можно обнаружить переменные звезды, открытые позже с помощью 2,5- и 5-метровых телескопов.

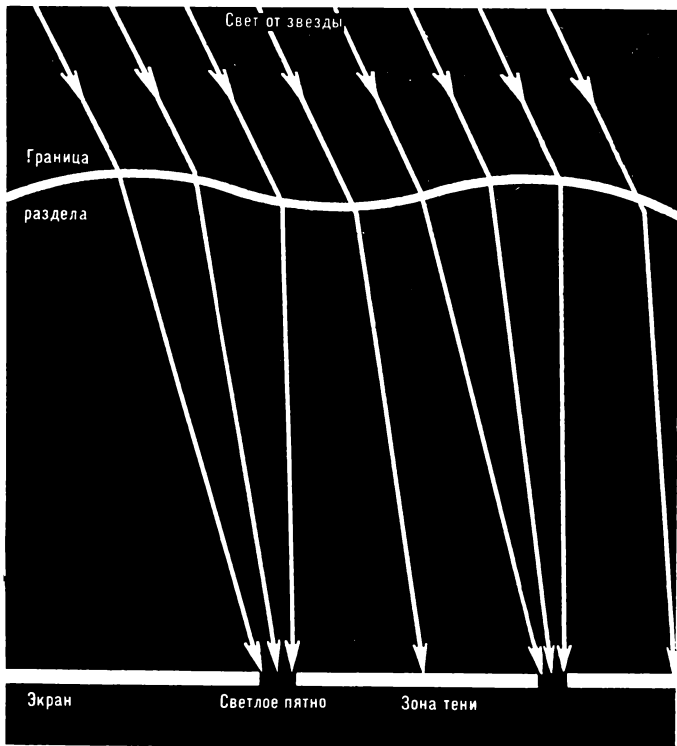
Опыт, накопленный при строительстве обсерватории Маунт Вилсон, позволил приступить к созданию телескопов с диаметром 200 и даже 300 дюймов. Хейлу удалось заинтересовать идеей телескопа-гиганта руководителей фонда Рокфеллера. Вскоре был организован комитет по строительству телескопа с 5-метровым

зеркалом. Ответственность за выбор места для новой обсерватории была возложена на опытного астронома обсерватории Маунт Вилсон Дж. Андерсона. При выборе места ему рекомендовалось руководствоваться тремя факторами: географической широтой, высотой над уровнем моря и погодой. Наиболее подходящей считается широтная зона от 30 до 35°, из которой доступно наблюдениям $\frac{3}{4}$ всего небосвода. Что касается высоты, то достаточно избежать поглощения и неправильного преломления плотных слоев атмосферы. Высота от 1800 до 2500 м в Южной Калифорнии казалась особенно благоприятной. Изучая погодные условия, нужно помнить, что астрономическим наблюдениям мешает облачность, увеличение диска дрожания и ветер. Принимая во внимание эти и другие факторы, выбор места ограничивался или высокими плато, или горными вершинами в юго-западной части США. Исследование астроклимата впервые проводилось не методом Пикеринга, а методом Андерсона, в основу которого положена визуальная оценка диаметра диска и амплитуды дрожания звездных изображений. В конечном счете будущую обсерваторию решили возвести на горе Маунт Паломар, но постройка телескопа-гиганта задержалась сначала из-за экономического кризиса, а потом из-за второй мировой войны почти на 20 лет — до 1949 года. Надо отметить, что хотя астроклимат изучался методом Андерсона, выбор места для 5-метрового телескопа вряд ли можно считать удачным. Возможно, сказался недостаточный опыт наблюдений новым методом.

КАК ИЗУЧАЮТ АСТРОКЛИМАТ

К концу 20-х годов уже существовало два основных метода оценки качества изображений: метод Пикеринга (определение качества и структуры дифракционных колец вокруг изображения звезды) и метод Андерсона (измерение амплитуды смещений центра изображения в фокальной плоскости телескопа). Первый из них был вскоре усовершенствован и стал известен как метод Данжона — Куде. В Европе этот метод использовался практически до середины 60-х годов. Места для большинства обсерваторий, построенных в это время, были выбраны с его помощью. Поэтому необходимо остановиться на нем хотя бы вкратце.

В основе метода Данжона — Куде лежат результаты наблюдений картины бегущих теней, полученные в Страсбурге в 1926 году. Это явление объяснялось тем, что световой луч, падающий в данную точку объектива, постоянно отклоняется от своего среднего положения. Действительно, атмосферные неоднородности, вызывающие такое отклонение, не остаются на месте — их уносит с собой ветер, а суточное движение Земли заставляет проходить свет от звезды через все новые и новые участки атмосферы. Направление луча испытывает быстрые и случайные колебания внутри малого конуса с определенным углом при вершине (угол турбуленции). Поверхность световой волны мало отличается от плоскости, но в каждой ее точке направление касательной и плоскости испытывает быстрые колебания, что воспринимается наблюдателем как изменение



блеска звезды — мерцание. Сущность этого явления заключается в том, что в определенный момент некоторые части волновой поверхности являют-

В земной атмосфере свет далекой звезды попадает на волнуюющуюся границу раздела между слоями с разным коэффициентом преломления. Параллельность световых лучей нарушается, и на экране появляются зоны разной освещенности, которые постоянно перемещаются, образуя картину бегущих теней

Дифракционная картина, соответствующая 10-балльной шкале Пикеринга. Сверху вниз: изображение почти все время в 2 раза превосходит диаметр третьего дифракционного кольца; изображение имеет примерно такой же диаметр, как третье дифракционное кольцо, но к центру оно ярче; диск часто виден, на изображениях ярких звезд иногда заметны дуги; диск виден постоянно, а временами — резко отчетливо, постоянно наблюдаются короткие дуги, иногда — длинные дуги и полные кольца; диск изображения очень резкий, длинные дуги и кольца слегка движутся или неподвижны

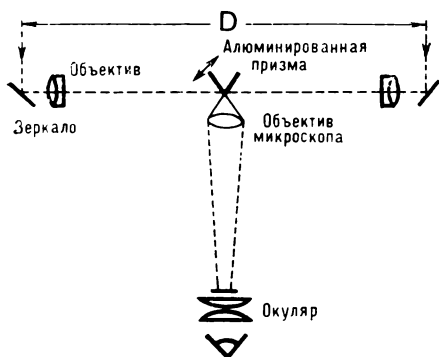
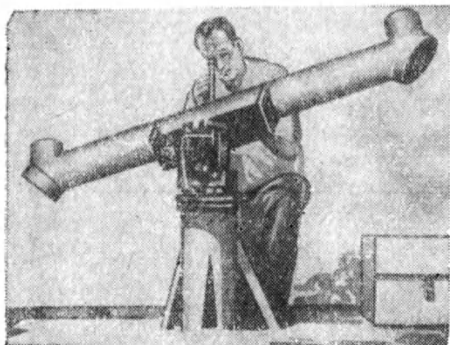
ся вогнутыми по отношению к Земле, тогда как другие — выпуклыми. Слабосходящиеся лучи, соответствующие вогнутым частям, приводят к концентрации света; расходящиеся, идущие от выпуклых частей, — к уменьшению освещенности. Если бы существовала звезда, достаточно яркая для того, чтобы ощутимым образом осветить белый экран на земле, то на нем можно было бы увидеть, как пробегает пятна или полосы, попеременно светлые и темные. Это явление и получило название бегущих теней.

Слой в атмосфере, который определяет качество изображения, расположен на высоте около 3,5 км, а размер оптических неоднородностей этого слоя не превышает 10 см. Так как телескопы, предназначенные для исследования астроклимата, имеют больший диаметр, то характерным показателем качества изображения будет структура дифракционной картины. Для нее уже давно существовала 10-балльная шкала Пикеринга. Но А. Данжон и А. Куде не доволь-

ствовались системой оценок в баллах и предприняли попытку перевести баллы в угловую меру. Был предложен новый параметр — угол турбуленции, который должен соответствовать данному состоянию атмосферы в направлении на звезду. Таким образом, в основу метода Данжона — Куде был заложен прочный фундамент.

В дальнейшем прямые измерения показали, что размеры атмосферных неоднородностей выходят далеко за пределы, приводимые Данжоном. Но эти данные были получены лишь в конце 60-х и начале 70-х годов. Поэтому метод Данжона — Куде астроклиматологи использовали в течение более 30 лет. Основной его недостаток — низкая градационная чувствительность, которая позволяла отличать только очень хорошие пункты от очень плохих. Кроме того, локализация искажающего слоя на высоте 3,5 км предполагала, что места с хорошим астроклиматом находятся выше этого слоя. И все-таки применение метода Данжона — Куде в СССР позволило еще до разработки новой методики определить ряд пунктов с хорошими атмосферными условиями (Санглок, Чечекты и др.). Позже астроклимат в них был проверен более совершенными методами, подтвердившими предварительные результаты.

Еще до первой мировой войны К. Шварцшильд предложил план создания большой обсерватории в южном полушарии. Но различные обстоятельства задержали его осуществление, и только в 1955—1957 годах начались поиски подходящего места в Южной Африке, Австралии и чи-



лийских Андах. С исследованием этих пунктов связано рождение двухлучевого прибора — еще одного метода астроклиматических наблюдений («Земля и Вселенная», № 4, 1968, стр. 49—52.— Ред.). Идея метода и его разработка принадлежат Ю. Штоку. Не останавливаясь подробно на

Двухлучевой прибор для визуальных оценок дрожания звездных изображений и его оптическая схема. Этот прибор имитирует телескоп с зеркалом диаметром D

конструктивных особенностях прибора, отметим, что его создатель надеялся отделить атмосферные дрожания изображений от собственных дрожаний телескопа, оценить среднестатистический размер оптических неоднородностей, повысить точность измерений амплитуды благодаря дифференциальной методике регистрации. Двухлучевой прибор получил распространение и в СССР, в основном в экспедициях, организованных в 1968—1972 годах Государственным астрономическим институтом имени П. К. Штернберга. Но возможности этого прибора пока не реализованы до конца.

Исследования в Чили вновь, как и 100 лет назад, показали несомненные преимущества горных пунктов для астрономических наблюдений. Но теперь речь шла не просто о горных пунктах, а об изолированных вершинах — таких, как пик Тенериф на Канарских островах, Тололо в чилийских Андах или Санглок в Средней Азии, где и раньше отмечались хорошие изображения. Для обоснования этой концепции были привлечены данные метеорологии и физики атмосферы. Оказалось, что определяющим фактором в астроклимате является структура приземной инверсии температуры, что еще в конце 20-х годов интуитивно предполагал Ричи. Это сразу же указало на первостепенное значение метеорологических наблюдений при исследовании астроклимата. Были созданы приборы и разработаны методы для изучения структуры приземных инверсий, определена роль ветра. Эффективность телескопов теперь повышают, не только выбирая подходящее место

установки, но и поднимая инструмент над землей за пределы слоя инверсии. Все эти, а также смежные вопросы стали предметом обсуждения на симпозиуме Международного астрономического союза в октябре 1962 года в Риме. Были подведены итоги и намечены пути развития астроклиматических исследований в свете новых представлений о влиянии атмосферы на эффективность телескопов. Сейчас, как и 100 лет назад, обсерватории строятся преимущественно на вершинах гор.

ДОСТИЖЕНИЯ СОВЕТСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ АСТРОКЛИМАТА

Развитие астроклиматических представлений в России, в общем, не отставало от Европы. Уже в 1913 году в «Известиях Русского общества любителей мироведения» были опубликованы шкала Пикеринга и призыв к любителям мироведения участвовать в наблюдениях за спокойствием астрономических изображений. Вскоре из разных концов России в редакцию журнала стали поступать результаты таких наблюдений. Однако в дореволюционной России почти не было горных астрономических обсерваторий. Возможно, это объясняется тем, что Россия располагала огромными неосвоенными территориями. Усилия астрономов и геодезистов были направлены на картографическое изучение этих земель. Необходимость в создании крупной обсерватории на юге СССР возникла лишь после того, как в советской астрономии все больший вес стали приобретать астрофизические исследования. К тому времени советские

астрономы уже накопили опыт астро-климатических наблюдений. Например, П. П. Шанин в 1921—1926 годах провел обширные исследования астроклимата в восьми пунктах, расположенных в различных широтных и климатических зонах европейской части СССР.

В 1930 году директор ленинградского Астрономического института В. В. Нумеров посетил американские обсерватории в Калифорнии и Аризоне и пришел к выводу, что и в нашей стране новые обсерватории надо строить на юге, в горных областях. Попытку найти место для обсерватории предприняли в том же 1930 году, когда экспедиция института отправилась в Нагорный Карабах. По результатам рекогносцировочных наблюдений была отмечена вершина горы Лочин в Курдистане, которая имела лучшие в СССР атмосферные условия, однако значительно уступала обсерватории Маунт Вилсон. Решено было продолжить обследование районов Курдистана, северной части Малого Кавказа, а также западного Кавказа.

Поскольку астроклиматические исследования приобретали систематический характер, потребовалось упорядочить их методику. Поэтому в 1931 году в Ленинграде принимается «Программа по подысканию мест для горных обсерваторий». Оценку качества изображения рекомендовалось производить, как методом Пикеринга, так и методом Андерсона. Программой руководствовались все астроклиматические экспедиции на юге СССР. Среди них особо надо отметить экспедицию ленинградского Астрономического института в 1931 го-

ду в Грузию и Среднюю Азию. Эта экспедиция установила, что на горе Абастумани в Грузии изображения очень хорошие. Здесь и была построена обсерватория, которая до настоящего времени считается одной из лучших в СССР по качеству изображения.

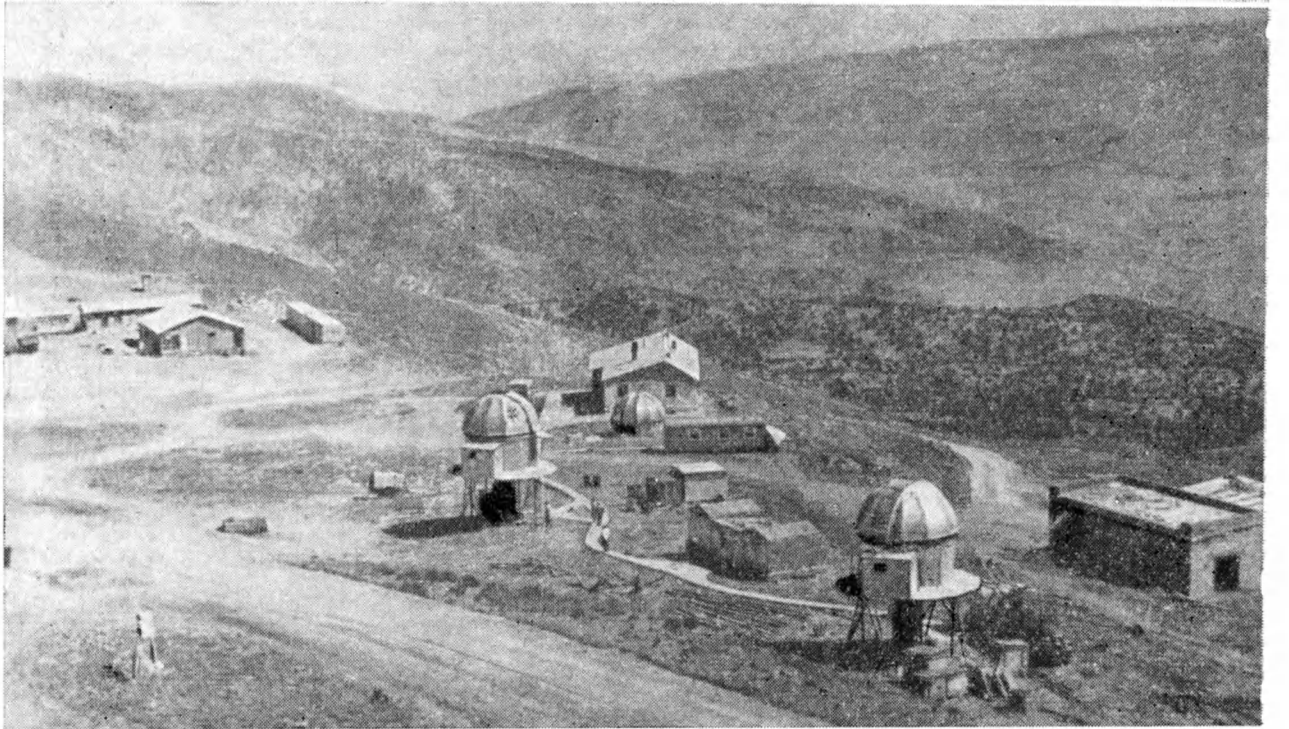
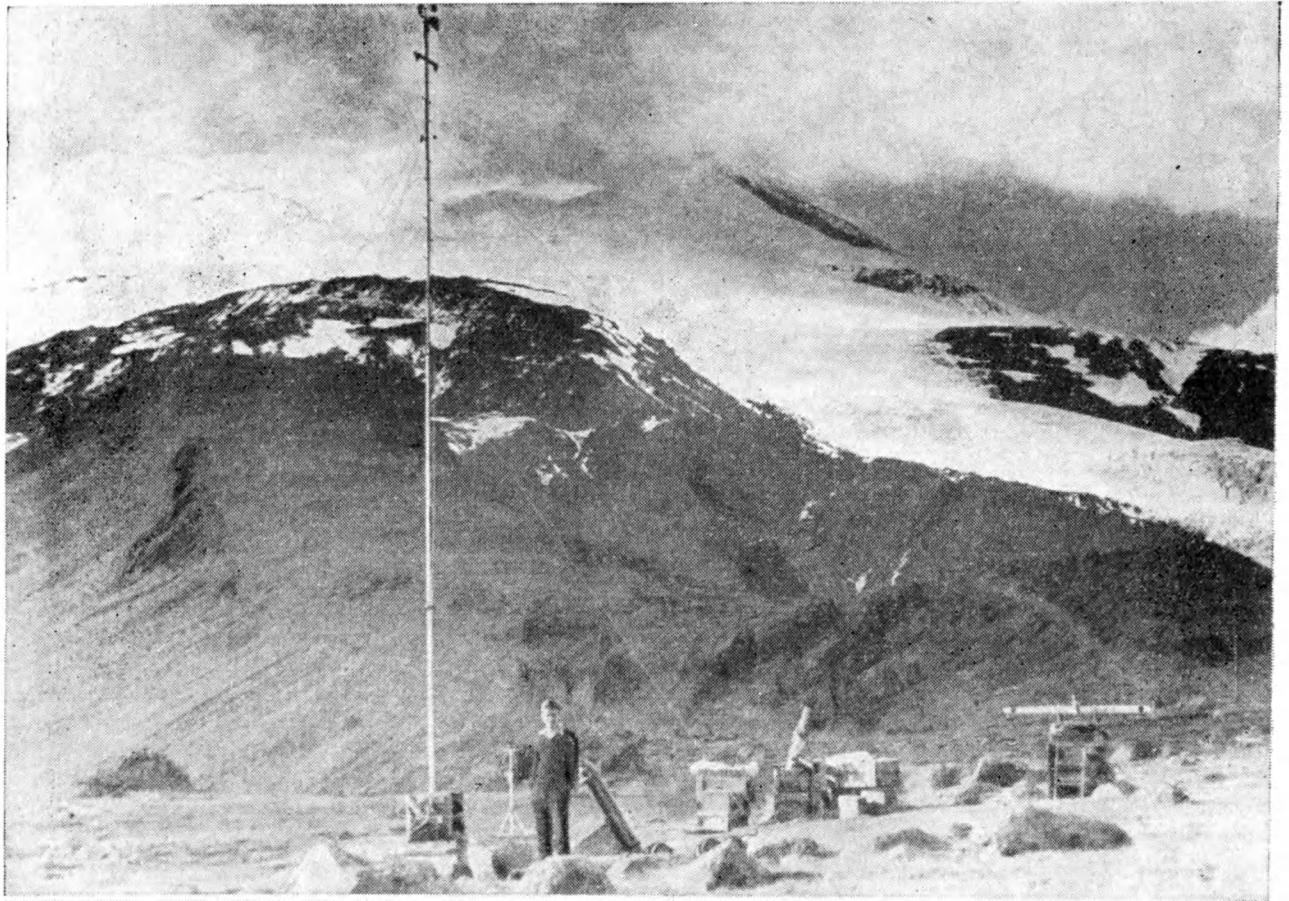
В Средней Азии экспедиция Астрономического института исследовала ряд пунктов в районе города Ош, в Чимганской долине (западный Тянь-Шань) и в предгорьях Заилийского Алатау близ Алма-Аты. Во время наблюдений заметили, что некоторые пункты, расположенные недалеко друг от друга (в Чимгане — на расстоянии 2 км, близ Алма-Аты — 6 км), могут сильно различаться по атмосферным условиям. Но этот факт не привлек тогда должного внимания, а работы Пиацци-Смита были уже забыты.

Астроклиматические экспедиции определили основные параметры, на которые следует обратить внимание при выборе места для обсерваторий. Это — качество изображения, дрожание изображений, актинометрия и прозрачность.

В 1937 году при Академии наук СССР в целях координации астрономических исследований в общегосударственном масштабе создается Астрономический совет. Среди задач, которые предстояло решить новому учреждению, значилось: «Развернуть действенную работу по подысканию наиболее благоприятного места для постройки большой Всесоюзной астрономической обсерватории. Надо признать, что до сих пор предпринимаемые шаги были почти кустарного характера и совершенно не со-

ответствовали большому масштабу этого крупного предприятия. Нам необходимо учесть опыт американских астрономов; нам необходимо самим основательно продумать методику поисков места, сконструировать наиболее отвечающие задаче приборы, снабдить ими десятки наблюдателей на местах и экспедиции...». В том же 1937 году А. В. Бочек составил программу исследования атмосферы, которую нужно было осуществлять во время поисков места для южной обсерватории. Эта программа предусматривала наблюдения 26 параметров, которые давали представление о дневной и ночной прозрачности, о дневном и ночном спокойствии атмосферы и о метеорологических элементах.

В 1940 году в «Астрономическом журнале» была опубликована переведенная Д. Д. Максуповым глава книги А. Данжона и А. Куде «Lunettes of Telescope», где излагались основы астроклиматической концепции и обсуждались методы наблюдений. Выход этой работы более чем на 20 лет определил развитие астроклиматических предствлений в СССР. Наибольшее распространение концепция Данжона — Куде получила в послевоенные годы в связи с поиском места для 6-метрового телескопа. Никогда и нигде астроклиматические исследования не принимали такого размаха. Экспедиционные работы охватили весь юг страны. Особенно интенсивно изучались атмосферные условия на Кавказе и в Средней Азии. Наблюдения проводились на 20-сантиметровом телескопе АЗТ-7 в соответствии с единым методическим руководством. В нем подчеркивалось, что



качество астрономического изображения характеризуется комплексом явлений: размыванием изображений звезд, дрожанием и мерцанием звезд, включая и хроматическое мерцание. Для каждого параметра была приведена соответствующая шкала оценок. Единая программа наблюдений в разных пунктах на телескопах одного типа давала возможность сравнивать результаты. В конечном итоге место для телескопа-гиганта было выбрано на Северном Кавказе в районе горы Пастухова.

В 1963—1965 годах астроклиматические наблюдения сокращаются — это период подведения итогов и осмысливания полученных результатов. Было накоплено достаточно данных о влиянии приземных слоев атмосферы на качество изображения. Идея о том, что телескопы нужно устанавливать на изолированных вершинах, приобретает все больше сторонников как за рубежом, так и в СССР.

С 1961 года исследуют астроклимат на горных вершинах Средней Азии сотрудники Ташкентской обсер-

■
Астроклиматическая экспедиция Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга на Кавказе. Экспедиция была оснащена двухлучевым прибором для визуальной оценки дрожания звездных изображений, фотоэлектрическим регистратором амплитуды дрожания, а также комплексом приборов для метеорологических наблюдений

■
Высокогорная экспедиция Астрономического института АН УзССР на горе Майданак

ватории, преобразованной в 1966 году в Астрономический институт АН УзССР. Наблюдения за состоянием атмосферы они ведут методом Андерсона. Одновременно определяются и метеорологические элементы. Уже изучен астроклимат в 30 пунктах на западном и внутреннем Тянь-Шане, Памиро-Алае.

В 1968 году перед астроклиматической группой Астрономического института АН УзССР была поставлена задача отыскать на территории СССР места, наилучшим образом удовлетворяющие всем требованиям астроклимата: с максимально возможным количеством ясного ночного времени, с максимально высоким коэффициентом прозрачности, с прекрасным качеством изображений и минимальным фоном неба. К концу 1969 года эта работа была завершена, причем наиболее подробные исследования проводились в Средней Азии, где отмечен абсолютный максимум ясного времени.

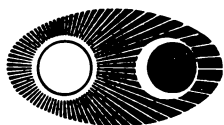
В горном районе хребта Байсунтау была отобрана группа вершин Хантохта, Майданак, Курганак с высотами 2700—2900 м над уровнем моря. В августе 1969 года начались астроклиматические и метеорологические наблюдения на горе Майданак. Результаты этих исследований полностью подтвердили превосходный прогноз астроклимата для горы Майданак.

С июля 1970 по август 1971 года на Майданаке работала экспедиция Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга. Основной инструмент экспедиции — двухлучевой прибор. Особое внимание участники экспедиции уделяли

изучению структурных характеристик приземного слоя. Для этой цели в институте были смонтированы и изготовлены приборы, регистрирующие температурные флуктуации («Земля и Вселенная», № 4, 1968, стр. 49—52.— Ред.). Весь перечисленный арсенал наблюдательных средств до Майданака прошел испытания в Крыму, близ Алма-Аты и на вершине Санглок в Таджикистане.

Сейчас на Майданаке постоянно находится высокогорная экспедиция Астрономического института АН УзССР. За пять лет непрерывных наблюдений получены следующие астроклиматические характеристики этого пункта: среднее качество изображения, оцениваемое визуально по дрожанию звезды α Малой Медведицы в 20-сантиметровом телескопе, около 0,56"; число ясных ночных часов в год (за вычетом сумерек) — 1900; прозрачность атмосферы в области 0,36—0,80 мкм — около 0,82; средняя высота инверсионного слоя над вершиной — 17—20 м. Совокупность этих данных говорит о том, что Майданак не уступает лучшим пунктам Южной Америки — Тололо и Ла-Силла.

В настоящее время не вызывает сомнений, что решение основной задачи — выбор мест для обсерваторий — не исчерпывает проблем астроклиматологии. На очереди стоят совершенствование организации и планирования наблюдений, улучшение аэродинамики и теплового режима традиционных башен для телескопа и др. («Земля и Вселенная», № 5, 1974, стр. 47—54.— Ред.). Решение этих проблем повысит эффективность телескопов и расширит границы наблюдаемой Вселенной.



АСТРОНОМИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

Астрономическая подготовка студентов-географов

В 1971/72 учебном году географическим и естественно-географическим факультетам педагогических институтов предложена новая программа по общему земледовению (общей физической географии). В ней расширен традиционный раздел земледования «Земля как планета». На этом основании курс астрономии, всегда входивший в учебные планы географических факультетов, теперь снят, и студенты-географы лекций по астрономии не слушают, практических занятий не выполняют, наблюдений неба не ведут. Исключение астрономии из учебного плана географических факультетов происходило постепенно: с 86 учебных часов в 1943 году до 56 в 1957 и 38 в 1965 годах. Составители программы 1971/72 года завершили почти 30-летнюю направленность этого печального процесса.

В журнале «Земля и Вселенная» уже высказывались опасения о том, что изъятие курса астрономии из учебного плана неизбежно нанесет ущерб астрономической подготовке студентов-географов («Земля и Вселенная», № 3, 1974, стр. 74.—Ред.). Эти опасения, к сожалению, оправдались.

Если судить по перечню разделов программы и глав учебника (см., например, Л. П. Шубаев «Общее земледование», М., «Высшая школа», 1969), земледование включает сведения из астрономии, геофизики, геологии, гидрологии суши, океанографии и других наук. Но земледование есть целостный раздел физической географии, изучающий географическую оболочку и ее общие планетарные закономерности. Его нельзя считать механическим соединением нужных

географии сведений из разных наук. В географическом курсе земледования студенты не изучают астрономии, геологии, гидрологии — они изучают географию, которая использует материалы всех наук о Земле, а также астрономии для характеристики географической оболочки. Поэтому лектор-землевед при любом числе часов, отведенных на изучение программы, будет излагать студентам не астрономию, а тот астрономический материал, который нужен для понимания условий зарождения жизни на Земле и развития биосферы и географической оболочки. Вот почему учебные пособия по общему земледовению содержат только те сведения из астрономии, которые нужны для географических целей. Землевед не может «разменять» свою науку на сумму фрагментов других наук, и если даже его обяжут излагать астрономию в земледовческой программе, он не донесет до слушателей духа астрономии. Не следует забывать также, что преподаватели земледо-

дения имеют не физико-математическое, а географическое образование.

В курсе земледования не предусмотрены астрономические наблюдения, преподаватели земледования не имеют ни астрономических инструментов, ни опыта проведения наблюдений. Как же они научат будущих учителей географии ориентироваться на местности по небесным светилам? Как познакомят их с приближенными способами определения географических координат точек земной поверхности астрономическими методами? Как разъяснят студентам значение и результаты многочисленных в наше время полетов в Космос?

Из сказанного ясно, что при ближайшем пересмотре учебного плана географических и естественно-географических факультетов необходимо восстановить курс астрономии.

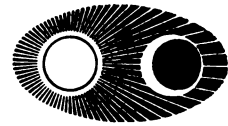
Доцент Ленинградского педагогического института имени А. И. Герцена
Л. П. ШУБАЕВ

Обсуждаются проблемы преподавания астрономии

Совет по подготовке астрономических кадров (СПАК), созданный при Астрономическом совете АН СССР, провел 14—15 сентября 1976 года в Москве совещание по вопросам преподавания астрономии в средних школах и педагогических институтах. В его работе приняли участие многие

члены СПАК, представители Министерства просвещения СССР, Академии педагогических наук, Московского университета и московских педагогических институтов, Всесоюзного астрономо-геодезического общества при Академии наук СССР.

В ряде докладов рассматривались



АСТРОНОМИ-
ЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

вопросы преподавания астрономии в средней школе. Член-корреспондент АПН СССР Б. А. Воронцов-Вельяминов рассказал о школьном учебнике астрономии, доцент Э. В. Кононович — о перспективной программе по астрономии, доцент А. Д. Марленский — об астрономических инструментах и наглядных пособиях. Выступавшие в прениях отметили, что учебник Б. А. Воронцова-Вельяминова сыграл большую роль в преподавании астрономии, однако учебник имеет ряд недостатков. Назрела необходимость создания нового учебника, более соответствующего современному уровню науки. Поскольку астрономии в средней школе отводится лишь 35 часов и учебник не может быть большим, то желательно кроме учебника издавать книги по астрономии, которые могли бы использоваться школьниками для домашнего чтения.

Участники совещания с одобрением отнеслись к дискуссии о перспективной программе по астрономии для средней школы, проходящей на страницах журнала «Земля и Вселенная». Чтобы дискуссия достигла цели, вероятно, следовало бы объединить усилия ее участников и выработать новую программу.

На эффективности преподавания астрономии сказывается недостаточ-

ная оснащенность школ астрономическими инструментами и наглядными пособиями (звездными картами, атласами и т. д.). Разумеется, было бы очень хорошо, если бы каждая школа имела учебную астрономическую обсерваторию и необходимое для преподавания учебное оборудование. Поскольку вряд ли это удастся осуществить в ближайшее время, целесообразно организовать опорные школы с астрономическими обсерваториями и кабинетом астрономии. Астрономию в них должны преподавать учителя высокой квалификации. В таких обсерваториях учащиеся соседних школ могли бы изучать звездное небо и вести астрономические наблюдения. Участники совещания горячо поддержали эту идею и выразили надежду, что Министерство просвещения СССР предпримет нужные шаги к ее осуществлению.

Несколько докладов были посвящены преподаванию астрономии в педагогических институтах. Доцент В. В. Порфирьев в своем выступлении рассмотрел программу по астрономии, доцент М. М. Дагаев рассказал об учебнике, а профессор В. В. Радзиевский и доцент А. В. Артемьев — о новой специальности «физика и астрономия» в педагогических институтах. Особое внимание

совещание уделило обсуждению последнего доклада. Как известно, в средних школах астрономию преподают в основном учителя физики, математики и географии. Однако недавно было принято решение о подготовке учителей новой специальности «физика и астрономия» («Земля и Вселенная», № 1, 1976 стр. 81—82.—Ред.). В ряде педагогических институтов будут созданы отделения с 5-летним сроком обучения. Подобное отделение в течение нескольких лет существует в Горьковском педагогическом институте, и его выпускники лучше подготовлены к преподаванию астрономии в средней школе. Теперь задача состоит в том, чтобы укомплектовать организуемые отделения физики и астрономии квалифицированными специалистами.

На заключительном заседании председатель СПАК член-корреспондент АН СССР В. В. Соболев отметил, что СПАК, занимающийся в основном проблемой подготовки специалистов по астрономии в университетах, будет и впредь прилагать усилия для улучшения преподавания астрономии в педагогических институтах и средних школах.

Т. М. МАКСИМОВА

**Уважаемые читатели,
не забудьте оформить подписку
на второе полугодие 1977 года на журнал
«Земля и Вселенная»!**



Федор

Иванович

Тютчев

(1803—1873)

ЛЕТНИЙ ВЕЧЕР

Уж солнца раскаленный шар
С главы своей земля скатила,
И мирный вечера пожар
Волна морская поглотила.

Уж звезды светлые взошли
И тяготеющий над нами
Небесный свод приподняли
Своими влажными главами.

Река воздушная полней
Течет меж небом и землею,
Грудь дышит легче и вольней,
Освобожденная от зною.

И сладкий трепет, как струя,
По жилам пробежал природы,
Как бы горячих ног ея
Коснулись ключевые воды.

1829

ВИДЕНИЕ

Есть некий час, в ночи, всемирного молчанья,
И в оный час явлений и чудес
Живая колесница мирозданья
Открыто катится в святилище небес.

Тогда густеет ночь, как хаос на водах,
Беспмятство, как Атлас, давит сушу;
Лишь Музы девственную душу
В пророческих тревожат боги снах!

1829



• •
•
Как океан объемлет шар земной,
Земная жизнь кругом объята снами;
Настанет ночь — и звучными волнами
Стихия бьет о берег свой.

То глас ее: он нудит нас и просит...
Уж в пристани волшебный ожил челн;
Прилив растет и быстро нас уносит
В неизмеримость темных волн.

Небесный свод, горящий славой звездной,
Таинственно глядит из глубины,—
И мы плывем, пылающею бездной
Со всех сторон окружены.

Июнь 1830

• •
•
Как сладко дремлет сад темно-зеленый,
Объятый негой ночи голубой,
Сквозь яблони, цветами убеленной,
Как сладко светит месяц золотой!..

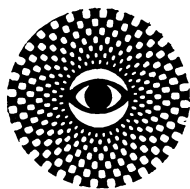
Таинственно, как в первый день создания,
В бездонном небе звездный сонм горит,
Музыки дальней слышны восклицанья,
Соседний ключ слышнее говорит...

На мир дневной спустилася завеса;
Изнемогло движенье, труд уснул...
Над спящим градом, как в вершинах леса,
Проснулся чудный, еженочный гул...

Откуда он, сей гул непостижимый?..
Иль смертных дум, освобожденных сном,
Мир бестелесный, слышный, но незримый,
Теперь роится в хаосе ночном?..

1836

Составитель М. З. ГОРДОН



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ
АСТРОНОМИЯ

Научный руководитель слета
кандидат физико-математических наук

В. А. БРОНШТЭН

III Всесоюзный слет юных астрономов

С 16 по 25 августа 1976 года на плато Пиркули, рядом с башнями Шемахинской астрофизической обсерватории АН АзербССР, проходил III Всесоюзный слет юных астрономов. Этот слет, как и первые два, был организован Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом при АН СССР (ВАГО), Министерством просвещения СССР, ЦК ВЛКСМ и Всесоюзным обществом «Знание».

Подготовка к слету заняла около восьми месяцев. Основные заботы взял на себя, как и в 1969 году во время I Всесоюзного слета юных астрономов, Дворец пионеров и школьников имени Ю. А. Гагарина города Баку (директор А. М. Алиев). На плато Пиркули строительный отряд Дворца пионеров соорудил палаточный городок с кухней и столовой на 350 мест. Лагерь полностью радиофицировали, провели в него электричество и воду. Для занятий и для выставки работ юных астрономов были сооружены два павильона. Наконец, были поставлены флагшток и арка с эмблемой Звездного городка — так назвали лагерь.

Но это было только полдела. Требовалось разработать и утвердить программу слета. Для этой цели Министерство просвещения СССР по согласованию с ЦК ВЛКСМ, Центральным советом ВАГО и обществом «Знание» создало оргкомитет во главе с заместителем министра просвещения Ф. Е. Штыкало. Оргкомитет утвердил «Положение о слете», его программу и принцип отбора участников. Всем отделениям ВАГО и астрономическим кружкам, связанным с ВАГО, были разосланы извещения и затребованы отчеты об их

работе (всю эту подготовку проводило бюро юношеских секций Центрального совета ВАГО во главе с Б. Г. Пшеничнером). На основании полученных отчетов и производился предварительный отбор коллективов-участников. Министерство просвещения СССР отправило на места «нормы представительства» и собрало заявки. Заявок поступило больше, чем планировалось мест. Оргкомитет слета пошел навстречу юным астрономам: на слет смогли приехать 235 школьников и 50 руководителей юношеских астрономических коллективов.

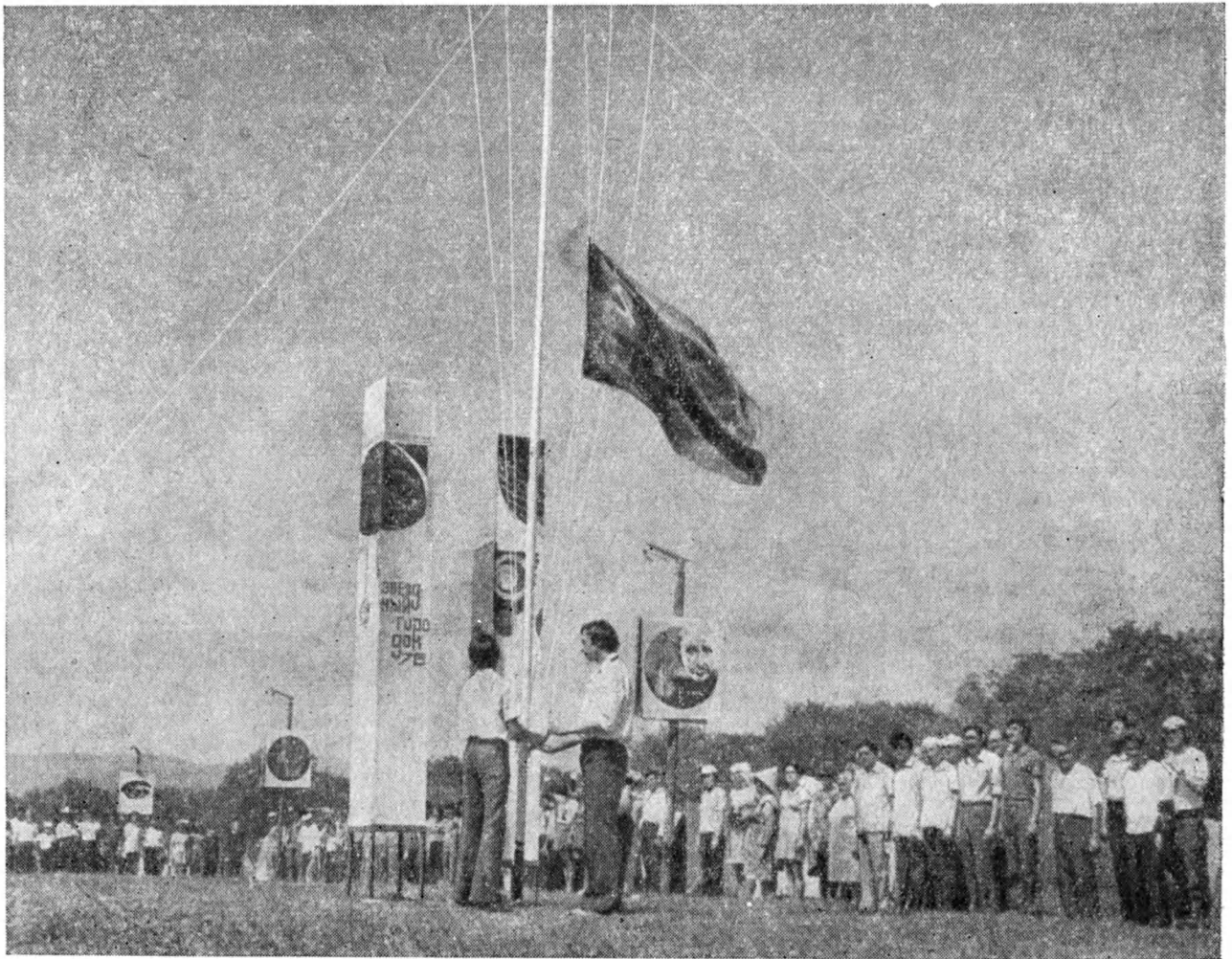
Оргкомитет слета утвердил состав жюри во главе с профессором К. А. Куликовым. Все организаторы слета, а также ЦК ЛКСМ и Министерство просвещения АзербССР и павильон «Юные техники и натуралисты» ВДНХ выделили призы и другие награды. Всесоюзное общество «Знание» пригласило ученых для чтения лекций и проведения дискуссий по актуальным проблемам астрономии. В работе слета принял участие дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР Н. Н. Рукавишников.

Но вот подготовка закончена. Первые делегации прибыли в Баку уже 12 августа. Их разместили в школе-интернате. Все юные участники были разбиты на 10 отрядов. В отряды ребята объединялись в соответствии со своими астрономическими интересами, поскольку в дальнейшем каждый отряд в полном составе входил в одну из секций слета. Работали секции: Солнца, Луны и планет, комет и метеоров, переменных звезд, приборостроения и астрофотографии, астрофизики, службы неба. Членов

делегаций от городов, областей и республик организаторы слета стремились распределить по разным секциям, чтобы потом каждый из них мог рассказать товарищам, что он узнал в своей секции.

Утром 16 августа началась официальная программа слета. Юные астрономы возложили венки к памятнику В. И. Ленина и к мемориалу 26-ти бакинских комиссаров. После этого на мощных «Икарусах» все участники отправились за 144 км от Баку — на плато Пиркули, в Звездный городок. Быстро, организованно разместились по палаткам. Торжественная линейка — и лагерь открыт. На флагштоке поднят Государственный флаг СССР. Вечером 16 августа была проведена экскурсия на Шемахинскую астрофизическую обсерваторию АН АзербССР. Юные астрономы и их руководители осмотрели 2-метровый рефлектор — гордость обсерватории, горизонтальный солнечный телескоп, 70-сантиметровый телескоп АЗТ-8 с электрополяриметром и установку для автоматической регистрации блеска переменных звезд в системе UVV. Эту установку создали специалисты ГДР, работающие на обсерватории. Во время экскурсии ребята задали сотни вопросов, и сотрудники обсерватории дали на них подробные ответы.

17 августа состоялось торжественное открытие слета. Слет открыл представитель ЦК ВЛКСМ А. С. Грищенко. С приветствиями к участникам слета обратились министр просвещения республики М. М. Мехти-заде, секретарь ЦК ЛКСМ Азербайджана В. А. Гусейнов, академик АН АзербССР Г. Ф. Султанов,



летчик-космонавт СССР Н. Н. Рукавишников, ученый секретарь Центрального совета ВАГО В. А. Бронштэн, ученый секретарь Научно-методического совета по пропаганде астрономических знаний и космонавтики при Правлении Всесоюзного общества «Знание» Н. М. Титкова. В космос, на станцию «Салют-5» была послана приветственная телеграмма космонавтам Б. В. Волинову и В. М. Жолобову (В. М. Жолобов, кстати говоря, бакинец и воспитанник Дворца пионеров и школьников имени Ю. А. Гагарина).



Торжественное открытие лагеря 16 августа 1976 года

А дальше потекли деловые будни: занятия секций, лекции ученых, вечерние и ночные наблюдения. Режим дня лагеря был спланирован так, чтобы дать возможность юным астрономам наблюдать небо до двух часов ночи. Но секции Луны и планет не повезло: и Луна, и Юпитер восходили поздно, наблюдать их нужно было под утро. Штаб слета разрешил ребятам из этой секции спать с 11 вечера до двух часов, затем наблюдать до половины пятого, потом — снова сон до подъема в 9 часов утра. Астрономический кружок Дворца пионеров и школьников имени Ю. А. Гагарина (руководитель С. И. Сорин) подготовил для наблюдений батарею телескопов — от школьных

рефракторов до 260-миллиметрового рефлектора. Несколько инструментов привезли с собой другие коллективы.

Самым интересным событием 18 августа была встреча с космонавтом Н. Н. Рукавишниковым. Космонавт рассказал о подготовке экипажей космических кораблей, о своих впечатлениях от двух космических полетов, в которых он участвовал. А затем посыпались вопросы: Кто учит астрономии космонавтов? Каковы дальнейшие перспективы совместной работы советских и американских космонавтов? Куда подавать заявления тем, кто хочет стать космонавтом? Было много вопросов и по астрономии. На них отвечали участники встречи профессор К. А. Куликов, кан-



дидаты физико-математических наук О. Х. Гусейнов и В. А. Бронштэн.

Не менее активно прошел 20 августа диспут о связях с внеземными цивилизациями. После вступительного слова кандидата физико-математических наук Л. М. Гиндилиса ребята сначала выступали осторожно, потом страсти разгорелись, желающих высказаться становилось все больше.

Летчик-космонавт СССР Н. Н. Рукавишников принимает памятный подарок. Рядом с космонавтом — заместители директора Шемахинской астрофизической обсерватории О. Х. Гусейнов и Р. А. Лббасов

Каковы могут быть внеземные цивилизации? Как установить с ними контакт? А стоит ли вообще его устанавливать — не принесет ли это больше вреда, чем пользы? Что такое жизнь? Все эти вопросы горячо обсуждались участниками диспута. Прозвучал сигнал на ужин, но спорщики еще долго не хотели покидать павильон, где протекал диспут.

Большой интерес вызвали лекции ученых: «Астрономическое образование в СССР» (профессор К. А. Куликов), «Актуальные проблемы астрофизики» (доцент А. В. Засов), «Современные методы изучения Солнца» (доцент Э. В. Кононович), «Круп-

нейшие советские инструменты: 6-метровый рефлектор и радиотелескоп РАТАН-600» (кандидат физико-математических наук Л. М. Гиндилис), «Состояние и перспективы развития любительской астрономии в СССР и за рубежом» (кандидат физико-математических наук В. А. Бронштэн).

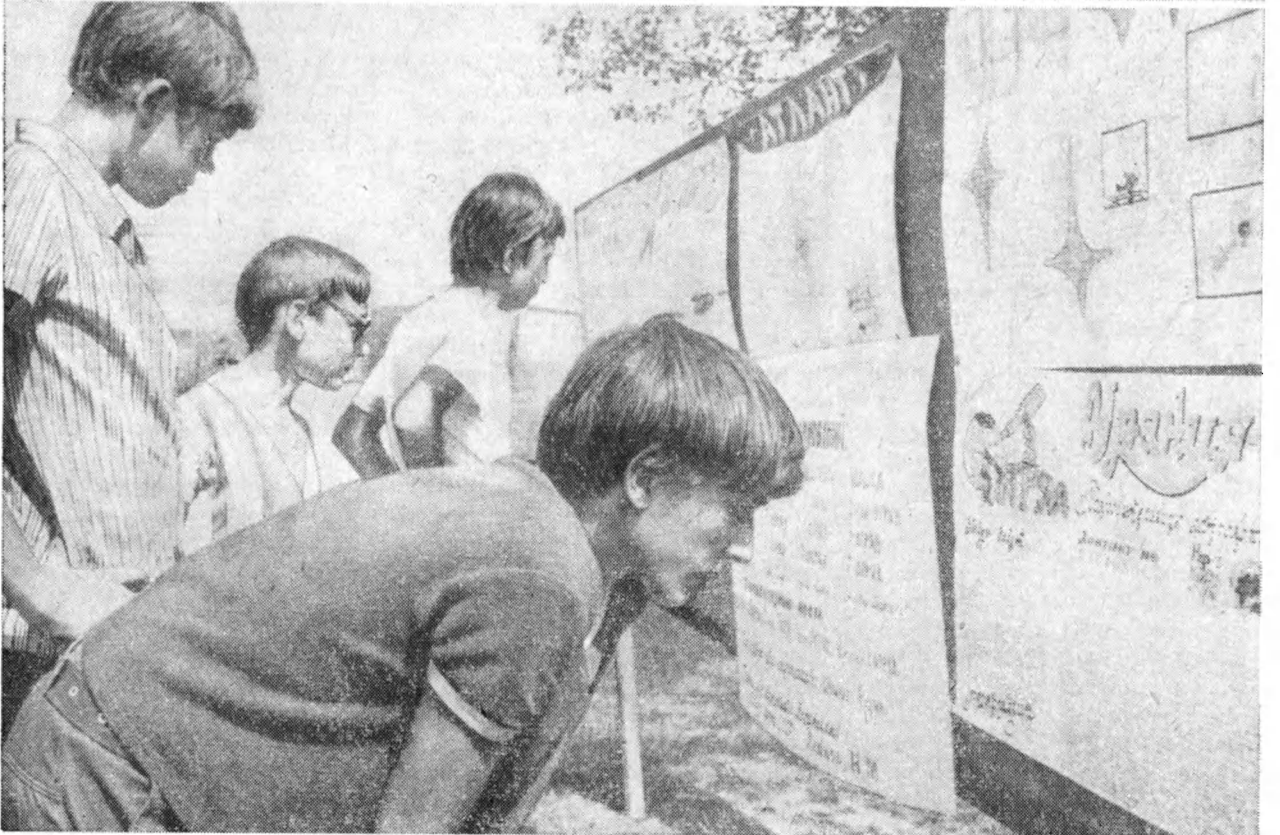
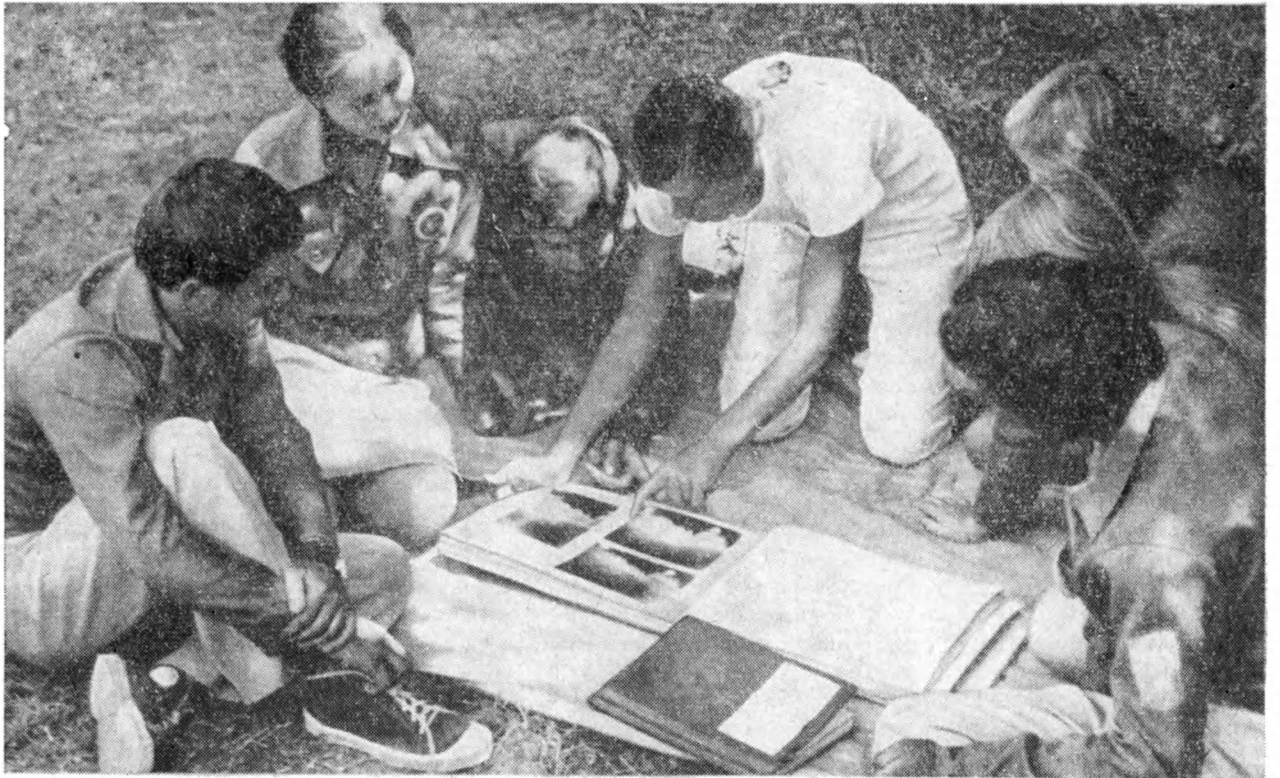
Для занятий секций не хватало двух имеющихся павильонов. Ребята выбирали удобные места на поляне или на опушке леса, располагались прямо на земле вокруг руководителей и слушали их, затаив дыхание. Вряд ли когда-нибудь доцент А. В. Засов имел такую «кафедру», как в Звездном городке: он вел занятие секции астрофизики, сидя на дереве.

С 19 по 21 августа проходила конференция юных астрономов. На ней было прочитано 76 докладов, многие из которых были отмечены специальными призами.

Вот выступает Евгений Воронов из Горького. Тема его доклада — «Гелиофизическая гидрометеорология и движение корпускул в магнитосфере и атмосфере Земли». Для сопоставлений солнечных и атмосферных явлений он использовал профессиональные наблюдения. Впрочем, докладывает Евгений также уверенно и спокойно, как специалист.

Участники слета рассматривают альбом фотографий серебристых облаков, полученных юными астрономами Ярославля

Стенные газеты отрядов регулярно отражали работу слета



Совсем иначе, как страстный агитатор и пропагандист, выступает Людмила Бородина из поселка Могойтуй Читинской области. Да и тема ее выступления «Астрономические знания — в массы» звучит, как призыв. В далеком забайкальском поселке Бурятского национального округа средняя школа — чуть ли не главный центр распространения научных знаний среди населения. И члены астрономического кружка этой школы, возглавляемые учителем В. Р. Гласко, стараются нести знания в массы.

Современным космологическим моделям посвятил свое выступление Николай Ютанов из Ленинграда. Как о чем-то обыденном говорил он о планковском барьере, барионах, адронах, бозонах. «Мой доклад — реферативный», — как бы оправдывался Николай. Но на любой вопрос он дал исчерпывающий ответ.

Владимир Айрапетов из Баку рассказал о проекте 530-миллиметрового телескопа. Телескоп уже строится, почти готово главное зеркало, в работе — труба и монтировка. Следующий докладчик Алексей Кистиченко из Симферополя сообщил, что в Крымском отделении ВАГО заканчивается изготовление 550-миллиметрового телескопа.

Серия выступлений была посвящена результатам обработки наблюдений переменных звезд разных типов. Александр Свирин из Таллина, Алексей Кардаш и Владимир Канн из Новосибирска, Александр Огнивцев из Саратова, Владимир Кауя из Кишинева показали кривые блеска, привели уточненные элементы переменных звезд.

В докладах нашли отражение и новые методы исследований. Вениамин Гельфанд из Новосибирска рассказал об электрофотометрии солнечных и лунных затмений. Александр Казаков из Горького — о применении телевизионных методов измерения поляризации космических объектов. Александр Кабанов из города Железнодорожного Московской области познакомил участников слета с конструкцией фотоэлектрического прибора для испытания сферических и параболических зеркал. Доклад вы-

звал дискуссию: нужен ли такой прибор, ведь визуальный метод с ножом Фуко сразу показывает форму зеркала? А может быть, это прибор будущего, когда шлифовкой и полировкой зеркал станут управлять ЭВМ?

Результаты наблюдений солнечной активности, серебристых облаков, Луны и планет, комет, метеоров, конструкторские работы, вопросы истории астрономии, методики работы в кружке — таков далеко не полный перечень тематики докладов на конференции.

Не обошлось и без сенсации. В первую же ночь наблюдений с 17 на 18 августа Казимир Чернис из Вильнюса и Дмитрий Фомин из Москвы обнаружили комету. Но сообщили о своем открытии они только 19 августа, когда стало ясно, что объект движется. Начались телефонные звонки в Москву и Киев. Вскоре были получены ответные телеграммы: нет, это не новая комета, а возвращение известной периодической кометы Д'Арре. (И все-таки независимое обнаружение кометы заслуживает поощрения. Поэтому жюри слета присудило обоим открывателям первый приз ВАГО — «Большой звездный атлас» в трех томах со звездами до 10-й величины.) Юные астрономы сделали несколько удачных фотографий кометы.

Большим успехом пользовалась выставка работ юных астрономов. Самодельные телескопы и приборы, макеты планетариев и больших инструментов, электрифицированные подвижные карты звездного неба, фотографии Солнца, Луны, планет, солнечного затмения 29 апреля 1976 года, лунных затмений, звездного не-

ба, серебристых облаков, эквиденситы кометы Когоутека, фотоальбомы и стенды о работе астрономических коллективов — вот что было представлено на этой выставке. Придирчиво осматривал экспонаты заместитель председателя жюри И. В. Шмелев, отбирая те из них, которые достойны демонстрации на ВДНХ. Семь руководителей и 50 юных астрономов претендуют на медали участников ВДНХ.

По-деловому прошел семинар руководителей, на котором был заслушан 21 доклад. Выступали и ученые, и руководители коллективов, обменивались опытом, спорили о формах и методах работы.

Хорошо поработали руководители всех секций и их помощники, но особенно много сделал заведующий учебной частью слета С. С. Войнов. Ему приходилось решать самые разнообразные организационные вопросы, ведь на слете было прочитано 130 докладов и лекций, проведен экскурсия на обсерваторию, диспут о внеземных цивилизациях, астрономические наблюдения.

Участникам слета хватило времени и на отдых, и на развлечения. Проводились спортивные соревнования по волейболу, настольному теннису, шашкам и шахматам. 22 августа отметили День Азербайджана. Перед участниками слета выступили юные танцоры из ансамбля «Джуджаларим» Дворца пионеров и школьников имени Ю. А. Гагарина. Состоялась встреча с мексиканцами — гостями республики, участниками Недели дружбы молодежи СССР — Мексики. В последний день слета, 24 августа, был устроен большой прощальный костер.

Доцент
А. Д. МАРЛЕНСКИЙ

Телескоп-рефрактор на колонне

Вечером 24 августа на торжественной линейке подводились итоги слета 12 лучших коллективов награждены ценными призами — кинокамерами, фотоаппаратами, наборами книг по астрономии. Председатель жюри профессор К. А. Куликов огласил фамилии 33 юных участников слета, получивших призы Министерства просвещения СССР, ЦК ВЛКСМ, ЦК ЛКСМ и Министерства просвещения Азербайджана, Центрального совета ВАГО, Всесоюзного общества «Знание». Почетные грамоты Министерства просвещения СССР присуждены двадцати ученым и руководителям астрономических коллективов, почетные грамоты Центрального совета ВАГО — семи, почетные грамоты Всесоюзного общества «Знание» — десяти, памятные подарки — трем руководителям. Закрытие слета совпало с днем 60-летнего юбилея С. И. Сорины — руководителя астрономического кружка Дворца пионеров и школьников имени Ю. А. Гагарина. Юбиляр получил много подарков, приветствий и поздравлений.

Закончены торжественные речи, флаг слета спущен. На последней линейке памятными подарками были награждены командиры отрядов.

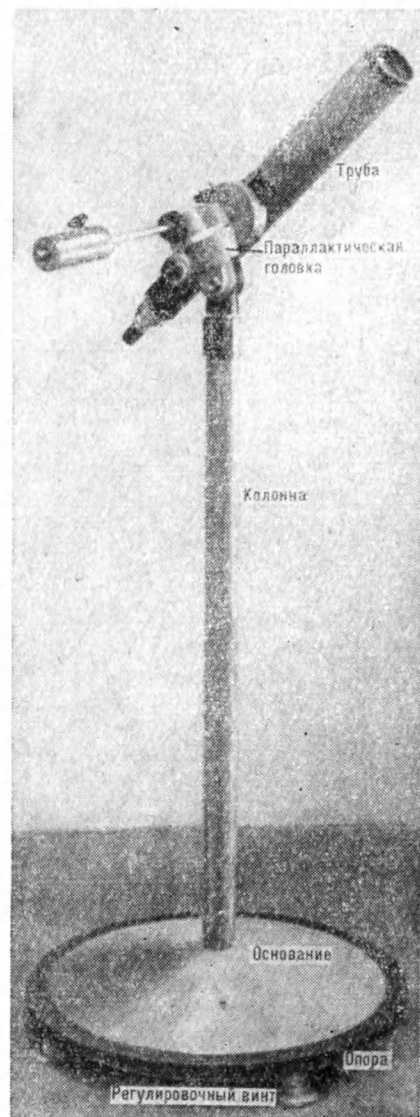
Слет — большое событие в жизни юных любителей звездной науки. Установление прочных связей и контактов, обмен опытом, громадный объем информации, полученный участниками слета, да и руководителями тоже — вот его непосредственные результаты. Слет наглядно продемонстрировал, как приобщается наша молодежь к знаниям, к научной и конструкторской работе, к пропаганде научных достижений. ■

Новую модель школьного телескопа-рефрактора разработали совместно Центральное конструкторское бюро Главучтехпрома и Научно-исследовательский институт школьного оборудования и технических средств обучения (конструктор Л. П. Архипова, консультант А. Д. Марленский). В мастерских Главучтехпрома изготовлен образец нового телескопа. Он существенно отличается от прежней модели телескопа-рефрактора («Земля и Вселенная», № 1, 1974, стр. 74—77). При разработке новой модели основное внимание было обращено на механическую часть телескопа, так как оптика в основном удовлетворяет требованиям, предъявляемым к рефракторам такого класса.

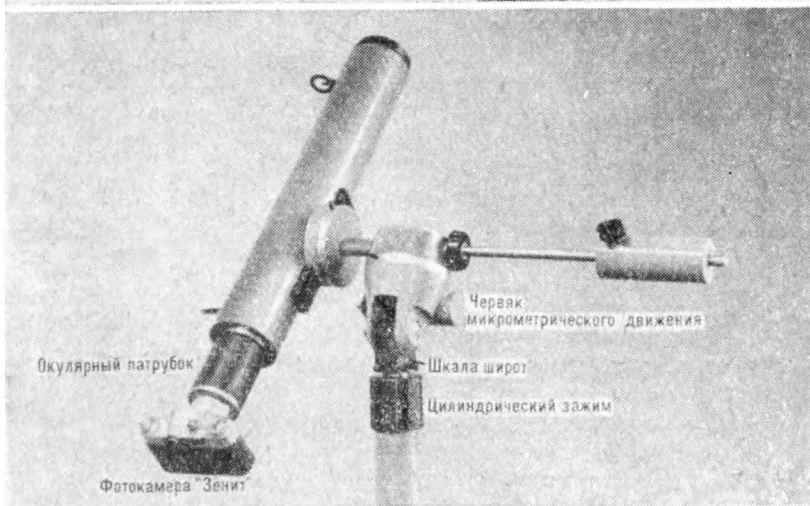
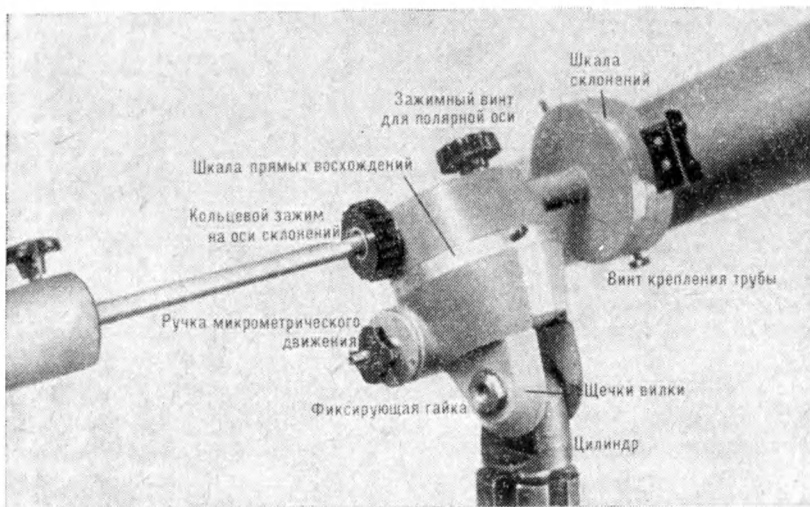
Телескоп поставлен на колонну, ибо только при **стационарной установке** можно обеспечить постоянную готовность телескопа к наблюдениям, улучшить организацию работы на астрономической площадке и эффективность телескопических наблюдений.

Однако не каждая школа сразу после приобретения телескопа сумеет построить для него павильон. Поэтому конструкцией нового телескопа предусмотрено, что он будет работать и как переносной инструмент. Его колонна сделана из тонкостенной алюминиевой трубки, а параллактическая головка и труба телескопа снимаются с колонны. Таким образом, телескоп можно легко разобрать и перенести по частям.

Колонна телескопа своим нижним концом крепится к круглому основанию, отлитому из алюминия. Под ним четыре опоры с винтами, которые



Новый школьный телескоп-рефрактор на колонне



■ Параллактическая головка телескопа-рефрактора

■ Труба телескопа с прикрепленной к ней фотографической камерой «Зенит»

регулируют вертикальное положение колонны. Если инструмент устанавливается стационарно, то в основания опор снизу ввинчиваются специальные болты. Их потом заливают бетоном.

На колонне укреплен параллакти-

ческая головка. Стержень ее основания вставляется внутрь колонны и, после того как телескоп ориентируется по азимуту, фиксируется цилиндрическим зажимом. На верхней части стержня находится цилиндр с двумя боковыми параллельными срезами, к которым плотно прилегают щечки вилки. Болт с фиксирующей гайкой, продетый сквозь вилку и цилиндр, позволяет регулировать наклон полярной оси инструмента в соответствии с широтой места наблюдений. Шкала широт расположена на вилке по другую сторону от фиксирующей гайки.

Параллактическая головка снабжена ручками, которые управляют поворотом трубы телескопа вокруг полярной оси и оси склонений. При отпущенном зажимном винте труба свободно вращается вокруг полярной оси. Если же винт закручен, то поворот трубы осуществляется ручкой микрометрического двигателя. Кольцевой зажим фиксирует избранное положение трубы телескопа на оси склонений.

Поскольку в школьном курсе астрономии вторая система экваториальных координат не изучается, решено было снабдить телескоп подвижной шкалой прямых восхождений (хотя оставлен и указатель часовых углов). Наблюдатель может наводить телескоп на светило, пользуясь экваториальными координатами. Их он находит в каталогах и справочниках. Предварительную установку подвижной шкалы прямых восхождений производят по светилу с известными экваториальными координатами. Шкала склонений сделана также подвижной, чтобы нуль-пункт отсчетов уста-



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ
АСТРОНОМИЯ

навливать без введения каких-либо поправок.

Еще одна особенность параллактической головки — укороченная, упрятанная внутрь полярная ось. Такая конструкция упрощает работу с телескопом, позволяет использовать его на всех широтах и дает возможность в случае необходимости превращать экваториальную установку в азимутальную.

Труба телескопа крепится к параллактической головке зажимом «ласточкин хвост». Трубу можно перемещать вдоль ее оси или совсем

снять с головки. На место трубы нетрудно вставить любую другую, если к ней приделать соответствующую трапециевидную планку. Таким образом, любители телескопостроения могут приспособить колонну и параллактическую головку нового инструмента к своим телескопам.

Окулярная часть выдвигается не с помощью традиционной кремальеры, а вращением окулярного патрубку.

В прямом фокусе объектива можно фотографировать небесные светила, если на окулярную трубку телескопа навинтить малоформатную

камеру «Зенит». Чтобы камера не вращалась и была правильно ориентирована, ее фиксируют на окулярной трубке специальной контргайкой.

К телескопу прилагаются: набор окуляров, призма полного внутреннего отражения, светофильтры, солнечный экран, противоросник, диафрагмы для объектива. Часового механизма телескоп не имеет. Однако конструкцией предусмотрено его подключение к инструменту. В будущем предполагается наладить выпуск часовых механизмов для нового телескопа.



СЕКЦИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ МОСКОВСКОГО ПЛАНЕТАРИЯ

В 1950 году в планетарии была создана географическая секция, которую возглавил заслуженный учитель РСФСР А. А. Рыбдин. Секция состояла из нештатных работников, но постоянных лекторов — ученых, выполнявших свои обязанности наравне со штатными лекторами планетария.

По просьбам учителей для начальных и средних классов в планетарии были разработаны лекции: «Ориентирование на местности», «Земля — шар», «Форма и движения Земли», «Тепловые поясы» и

некоторые другие. В дальнейшем тематика исполнилась такими лекциями, как «Антарктиду открыли русские», «Освоение Арктики и Северный морской путь», «Атмосфера», «Вулканы и землетрясения» и др. Особенность чтения лекций в детской аудитории потребовала новой методики подготовки лекций, более красочного и увлекательного изложения и высокого лекторского мастерства.

В 1968 году географическая секция Московского планетария была переименована в секцию наук о Земле.

Стремясь удовлетворить возросший интерес слушателей к природе и ее богатствам, к огромным преобразованиям в размещении производительных сил нашей страны, к задачам рационального использования природы, секция расширила тематику.

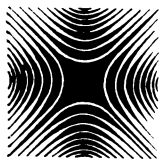
Секция наук о Земле активно оказывает научно-методическую помощь местным планетариям — готовит наборы красочных диапозитивов с аннотациями к ним, тексты и аннотированную тематику лекций и другие материалы. Это помогает

работе географических секций (или секций наук о Земле) в других планетариях страны, способствует формированию диалектико-материалистического мировоззрения и углубляет знания по таким предметам, как природоведение и география.

За последние 10—15 лет возросло внимание к глобальным процессам планеты Земля. Особенно актуальным стал вопрос взаимодействия общества и природы в условиях научно-технического прогресса, а также проблемы охраны природной среды и рационального использования природных ресурсов.

Секция наук о Земле, используя весь арсенал демонстрационных средств и квалифицированные лекторские кадры, помогает учебным заведениям совершенствовать преподавание основ природоведения, повсеместно пропагандирует охрану природы, привлекая внимание всех слоев населения нашей страны к важности решения гигантских задач, поставленных XXV съездом КПСС.

Кандидат технических наук
В. И. РЕЗНИКОВА



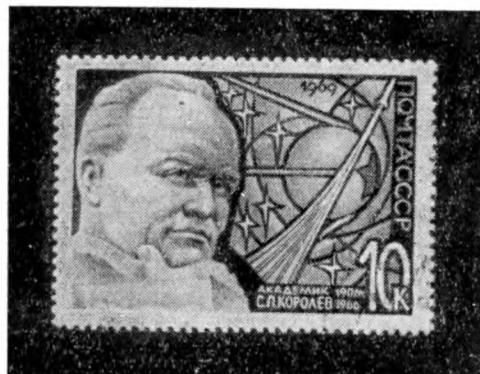
КОСМИЧЕСКАЯ
ФИЛАТЕЛИЯ

Создатели ракетной техники

...Тюремный каземат. Приговоренный к смертной казни за участие в покушении на Александра II студент Петербургской медико-хирургической академии Николай Кибальчич что-то торопливо пишет на бумаге. На пяти листках был изложен первый в мире технический проект пилотируемого ракетного летательного аппарата: устройство порохового двигателя, методы управления полетом, обеспечение устойчивости аппарата. Портрет Н. И. Кибальчича и схематическое изображение летательного аппарата с двигателем (справа, в светло-зеленом круге) открывают большую серию марок, вышедшую в апреле 1964 года, «Основоположники ракетной теории и техники».

К 110-летию со дня рождения Н. И. Кибальчича Министерство связи СССР в 1963 году организовало в Москве специальное гашение. На штемпеле, датированном 31.X.1963, изображен космический корабль. Чертежи и описания, выполненные Кибальчичем, были обнародованы лишь в октябре 1917 года, спустя 36 лет после его казни.

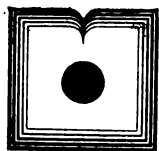
В рукописи «Свободное пространство» (1883), а позднее в книгах «Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения» (1895) и «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1903) калужский учитель К. Э. Циолковский дал описание космического аппарата с реактивным двигателем и высказал мысль о создании искусственных спутников Земли. Впервые советская марка, посвященная Циолковскому, вышла в 1951 году в серии «Ученые нашей Родины». Портрет ученого изображен на фоне летящей ракеты.



Внизу текст: «К. Э. Циолковский. Выдающийся русский ученый, изобретатель». К 100-летию со дня рождения Константина Эдуардовича в 1957 году поступила в обращение почтовая миниатюра, на которой кроме портрета ученого воспроизведен искусственный спутник Земли (справа) и планета Сатурн (слева). Эта марка с типографской надпечаткой «4.X.1957. Первый в мире искусственный спутник Земли», сделанной в честь запуска первого искусственного спутника,

в настоящее время стала филателистической редкостью. Интересна марка, посвященная К. Э. Циолковскому, в серии «Основоположники ракетной теории и техники». В этой же серии есть миниатюра с портретом советского ученого и изобретателя в области ракетной техники Ф. А. Цандера.

Автором многих интересных идей был один из пионеров в области космонавтики и ракетной техники Ю. В. Кондратюк. Министерство свя-



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И ПРОБЕ

Книга о философских основах современной астрономии

зи СССР в 1971 году выпустило маркированный конверт с портретом Ю. В. Кондратюка.

Особая роль в достижениях космической науки и техники принадлежит дважды Герою Социалистического Труда академику С. П. Королеву, под непосредственным руководством которого были разработаны ракетно-космические системы, позволившие впервые в мире осуществить запуски искусственных спутников Земли и Солнца, полеты автоматических межпланетных станций к Луне, Венере и Марсу. Вот почему почтовые миниатюры, изображающие эти космические объекты, можно с полным основанием считать филателистическими памятниками Главному конструктору. Скульптурный портрет С. П. Королева показан в правой части марки 1969 года, открывающей серию «День космонавтики». Памятник работы скульптора А. Файдыша, архитекторов М. Барща и А. Колчина установлен в Москве недалеко от обелиска, воздвигнутого в ознаменование побед советского народа в освоении космоса. Обелиск изображен в правой части миниатюры.

Другой памятник Сергею Павловичу, установленный на космодроме Байконур, показан на маркированном конверте Министерства связи, выпущенном в 1976 году. Текст на конверте гласит: «Памятник конструктору ракетно-космических систем дважды Герою Социалистического Труда академику С. П. Королеву. Космодром Байконур».

С. Б. АБРАМОВ

Минуло две трети XX века — века, в котором астрономии суждено было встать в один ряд с такими фундаментальными науками, как физика и биология. На передний край современного естествознания астрономия выдвинулась прежде всего благодаря блестящему каскаду новых открытий в астрофизике и беспрецедентному прогрессу небесной механики, ныне включающей в себя астродинамику. Никогда роль астрономии не была так велика, как в переживаемый нами период научно-технической революции. Современная астрономия неразрывно связана с физикой и другими науками о природе. В «космической лаборатории» проверяются и совершенствуются физические теории, исследуется вещество в условиях экстремальных значений температур, давлений, плотностей, сильнейших магнитных и гравитационных полей. Астрономия, опирающаяся на мощь современной математики и вычислительной техники, стала не только теоретической, но и инженерной основой космонавтики. Выводы о картине мира и происходящих в ней процессах имеют важное философское и мировоззренческое значение.

В этих условиях особенно актуальными становятся разработка философских основ астрономической науки, философское обоснование принципов астрономии и методов ее исследования, философская интерпретация ее важнейших результатов, гипотез и теорий. Этому посвящена книга «Философские проблемы астрономии XX века» («Наука», 1976),

вышедшая в серии книг «Материалистическая диалектика, логика и методология современного естествознания». Книга представляет собой сборник статей, написанных известными советскими астрофизиками и философами. В составе редколлегии сборника — В. В. Казютинский, М. Э. Омеляновский и Ю. В. Сачков.

В четырех разделах сборника — «Астрономия и революция в естествознании XX века», «Пути познания Вселенной», «Знание и реальность в астрономии», «Фундаментальные физические понятия в астрономии» — затронут ряд важнейших философских вопросов астрономии, дано конструктивное решение некоторых из них, с позиций диалектического материализма подвергнуты критике попытки идеалистического и вульгарно-материалистического истолкования астрономии наших дней. Многие из включенных в книгу статей носят дискуссионный характер. Однако — это споры, ведущиеся в рамках материалистической диалектики.

Вопросы, обсуждающиеся в книге, касаются «горячих точек» философских проблем астрономии. Таких «точек» в настоящее время немало. Остановимся на главных из них.

По вопросу о месте современной астрономии в системе наук мнения авторов расходятся. Одни из них, как может показаться, склоняются к мысли о том, что сейчас астрономию правомерно рассматривать как обширную и весьма благодатную область приложений физики (Ю. В. Сачков и Ф. А. Цицин, стр. 228) или даже как часть физики, ее прямое

Философские проблемы астрономии



века

продолжение в область мегамира (И. Б. Новик и А. Турсунов, стр. 136). Другие подчеркивают уникальный статус астрономии. Очевидно, именно последние ближе к истине: астрономия была в прошлом и остается в настоящее время самостоятельной наукой, причем астрофизические исследования обретают фундаментальный, а не только прикладной характер. Все возрастающая взаимосвязь физики и астрономии не дает оснований «включать» астрономию в физику, ибо эта взаимосвязь, по-видимому, в равной мере обогащает каждую из названных наук. «Вообще,— подчеркивает В. Л. Гинзбург,— не может быть и речи об умалении роли, значения и интереса астрономии для развития физики» (стр. 62). Оставаясь самостоятельной и становясь фундаментальной наукой, астрономия сама переживает период дифференциации (стр. 139). Например, определился научный статус таких областей астрономии, как релятивистская астрофизика и релятивистская космогония (Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков, стр. 82), и не случайно в настоящее время назрела необходимость в анализе принци-

альных основ космологии (А. Турсунов, стр. 214, 215).

К обсуждаемым проблемам тесно примыкает вопрос о том, **насколько известные физические законы достаточны для понимания и объяснения процессов и явлений, происходящих во Вселенной.** Этого вопроса касались авторы многих статей рецензируемого сборника (В. А. Амбарцумян и В. В. Казютинский, стр. 35; В. Л. Гинзбург, стр. 63; Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков, стр. 92; В. С. Степин, стр. 185; А. Г. Масевич, стр. 194; А. Турсунов, стр. 202; И. С. Алексеев, стр. 271; Л. Г. Антипенко, стр. 417). Если Земля — рядовое небесное тело, то «законы физики в той форме, в какой они установлены **здесь и теперь, применимы всюду и всегда**» (А. Турсунов, стр. 210). Но природа неисчерпаема и многообразна. И хотя известных законов физики, включая общую теорию относительности, достаточно для объяснения **почти** всех наблюдаемых во Вселенной явлений, трудно удержаться от предположения, что только какая-нибудь «сверхновая» физика прольет свет на природу активности ядер галактик и раскроет тайны сингулярности... Что лучше — разумный «консерватизм» тех, кто верит в беспредельное могущество уже открытых законов физики, или страстная «революционность» тех, кто уповает на физику будущего? Едва ли кто-нибудь в состоянии дать однозначный ответ. Однако несомненно, что исследовательская программа познания Вселенной должна быть нацелена прежде всего на использование всей системы физического знания. Только после обнаружения реальных ситуа-

ций, анализ которых принципиально невозможен ни с помощью известных законов физики, ни с помощью какой-нибудь их комбинации, может возникнуть необходимость в принципиально новых физических представлениях.

Исключительное мировоззренческое значение имеет **созданная астрономией картина мира.** К ее анализу обращается ряд авторов статей. Так, например, В. С. Степин рассматривает астрономическую картину мира как особую форму научного знания с присущей ей типологией космических объектов и некоторых представлений об их структуре, взаимодействии и эволюции (стр. 170). Автор останавливается на проблеме взаимосвязи физической и астрономической картин мира, показывает, что астрономическая картина мира есть не только результат обобщения накопленных знаний, но и необходимое условие для создания программы дальнейшего исследования Вселенной, рассматривает взаимосвязь картины мира с теоретическими моделями (стр. 175).

Общеизвестна роль революционного открытия Н. Коперника в становлении современной астрономической картины мира. И. С. Алексеев анализирует логико-методологические аспекты «спора» между Птолемеем и Коперником (стр. 272). Г. Ю. Тредер, подробно рассмотрев **значение идей Коперника для современной физической и астрономической картины мира,** приходит к выводу, что не только история астрономии, но и история классической и релятивистской физики неразрывно связаны «... с принятием, разъяснением, расширением и

углублением коперниканских принципов» (стр. 288). Современные воззрения на Вселенную пронизаны эволюционными идеями. По образному выражению В. А. Амбарцумяна, цитируемому одним из авторов сборника, «Вселенная в новых представлениях астрономов — это быстро и глубоко изменяющийся окружающий нас мир с богатейшим разнообразием жизненных процессов в космических телах» (стр. 478). Идеи эволюции получают все большее признание и распространение в физике и космогонии планет, звезд и галактик, они лежат в основе релятивистской астрофизики и космологии, без них уже просто немыслима астрономическая картина мира. Однако это не означает, что в эволюционной проблематике все ясно. В настоящее время продолжают активно разрабатываться две противоположные концепции — «классическая» и «неклассическая» («бюраканская»). Состояние этого большого научного диалога подробно и достаточно объективно анализируют В. А. Амбарцумян и В. В. Казютинский в статье, которой открывается сборник и к содержанию которой мы еще вернемся.

Продолжается и обсуждение проблемы **развития Вселенной**. В центре внимания статьи Л. Б. Баженова и В. П. Лебедева, а также статьи Ф. А. Цицина находится «трудная судьба» второго начала термодинамики, результат действия которого в свое время связали с возможностью «тепловой смерти» Вселенной. Это произошло в XIX веке, задолго до проникновения идей эволюции в космологию, когда было проще «отрицать еще не окрепший закон (вто-

рой закон термодинамики — Е. Л.), чем отречься от привычной картины мироздания» (стр. 438). С точки зрения Л. Б. Баженова и В. П. Лебедева, приемлемое решение термодинамического парадокса содержится в идеях, рассматривающих статистическую систему в гравитационном поле. Последнее выполняет роль тех нестационарных внешних условий, благодаря которым Вселенная, несмотря на действие второго начала термодинамики, никогда не сможет достичь столь нежелательного для нее состояния «тепловой смерти» (стр. 448).

По мере того как астрофизика и космология уточняют и дополняют картину мира, возникает необходимость в **уточнении самого понятия «Вселенная»**: (А. Турсунов, стр. 207 и др; А. М. Мостепаненко, стр. 377; Л. Г. Антипечко, стр. 417). Вселенная рассматривается не как синоним Природы, Мира и всего существующего, а как «определенный «срез» материального мира, полученный с помощью исторически обусловленных естественнонаучных методов» (А. М. Мостепаненко, стр. 378) или как физическая система наибольшего масштаба и порядка, известная на современной ступени познания (стр. 41). Отсюда следует не только связь понятия Вселенной с самой картиной мира, но и с лежащими в основе картины мира представлениями, в частности, с представлениями о **топологической структуре пространства-времени**.

«Великие повороты обычно завершаются тогда,— заметил Я. А. Смординский (стр. 69),— когда человек, наблюдая какое-то, часто давно знакомое явление, которое он раньше

считал понятным и даже очевидным, вдруг озарялся вопросом «а почему?». Во времена Ньютона казалось очевидным, что пространство представляет собойместилище материи, а время никак не связано ни с пространством, ни с материей. В XX веке «пространство и время низложены с пьедестала абсолюта, который они занимали в теории Ньютона. Пространство и время не являются вечной, неизменной сценой, на которой приходящие артисты — частицы, поля разыгрывают свою пьесу. Свойства пространства-времени зависят от движущейся материи» (Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков, стр. 95). Н. В. Мицкевич подчеркивает, что «глубокое диалектическое единство, тройная связь пространства-времени — гравитационного взаимодействия — энергии-импульса есть проявление свойств единой сущности материи...» (стр. 119). Представления о пространстве-времени уже сейчас находятся на грани качественных изменений в связи с анализом сингулярного состояния, то есть области, «где, возможно, коллапсирует само понятие пространственно-временного многообразия, геометрическое многообразие перестает сколько-нибудь адекватно моделировать физическую реальность» (Н. Н. Лисовой, стр. 340). Ссылаясь на работы видных космологов, философы признают, что топологическая структура пространства-времени оказалась неизмеримо сложнее, чем это представлялось еще сравнительно недавно. Теперь уже нельзя не считаться с тем, что в пространстве-времени Вселенной есть «дыры», «горловины», «ловушечные поверхности» и т. д. (М. Д.

Ахундов, Л. Б. Баженов, Э. М. Чудинов, стр. 369). Начиная с Платона и Аристотеля, люди пытались понять, почему Вселенная обладает наблюдаемой нами топологической структурой, почему, например, ей свойственны **трехмерность пространства и однонаправленность времени**. Универсальны ли эти свойства или они проявляются только в нашем макроскопическом мире? Этим философским проблемам современного естествознания посвящены интересные статьи А. М. Мостепаненко «Топологическая структура пространства-времени Вселенной», Ю. Б. Молчанова «Необратимые процессы и направление времени», Л. Г. Антипенко «Вселенная и «стрелы времени».

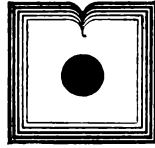
Большое внимание в книге уделяется вопросу **единства мегамира и микромира**. «Потрясающее человечество,— пишет Н. В. Мицкевич,— увидело себя между двумя бездонными пропастями — миром бесконечно малого с его чуждыми нам вероятностными законами и мегамиром, также ускользающим от нашего обыденного представления. Однако сам диалектический факт встречи с этими мирами знаменовал начало их познания человеком» (стр. 96). Авторы ряда статей анализируют внутреннюю связь микро- и мегамиров, сопоставляя явления, происходящие в микромире, с явлениями, происходящими в расширяющейся Метагалактике. Поможет ли микрофизика решить «трудные» вопросы космологии? Сколь эффективным окажется, например, учет разнообразных квантовых эффектов вблизи сингулярности (стр. 94)? Правомерно ли, анализируя сингулярность, рассматривать такой типичный «мегаобъект», как Метагалактика, в виде «микрообъекта» ничтожно малых размеров (стр. 394). Или, может быть, вся земная физика, как допускает Ф. Хойл, «обусловлена интегральными свойствами «нашего пузыря» — расширяющейся Метагалактики... (стр. 143)? Список подобных волнующих вопросов можно было бы продолжить. Однако, как справедливо заметил Я. А. Смородинский, «в истории науки, конечно, важны не только вопросы. Искусство

предлагать природе вопросы еще не все, что надо. Важно еще, как в это время отвечают на вопрос» (стр. 70). Именно этим ценны статьи Я. А. Смородинского, В. Л. Гинзбурга, Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова, Н. В. Мицкевича.

В период бурного развития астрономии особое значение приобретает **комплекс теоретико-познавательных вопросов**, обосновывающих возможность получать объективные, достоверные и адекватные знания о Вселенной. Наибольший интерес с этой точки зрения представляют статьи В. С. Степина «Взаимосвязь наблюдения, эксперимента и теории в познании Вселенной» и А. Г. Масевич «Метод моделей в астрофизике, его эвристические возможности». В статье А. Г. Масевич рассматривается моделирование в теории внутреннего строения и эволюции звезд, а также при подготовке и осуществлении космических экспериментов (на примере полетов к Луне и Венере). В. С. Степин подчеркивает, что астрономические наблюдения во многих случаях представляют собой «квазиэкспериментальную деятельность». Он обращает внимание на то, что одни и те же данные наблюдений могут быть объяснены и даже предсказаны с помощью альтернативных теоретических подходов (пример: традиционный и нетрадиционный подходы к построению моделей космогонических процессов). В создавшейся ситуации критерий практики пока оказался недостаточным для того, чтобы сделать «окончательный» выбор и провозгласить победителем один из конкурирующих подходов. Надежды возлагаются на новые предсказания

и открытия, которые будут осуществляться с уже определившихся позиций. Но здесь полезно иметь в виду соображение, которое упоминает А. Турсунов, говоря о познавательной ценности космологических моделей: «правдоподобная теория (модель) должна дать объяснение новым фактам, не прибегая к новым гипотезам (допущениям), выдвигаемым *ad hoc*» (стр. 223). Иными словами, по возможности не следует умножать число сущностей («бритва Оккамы»), приписывая объектам и явлениям какие-то совершенно неведомые свойства.

Многих читателей заинтересует в рецензируемой книге статья Б. Н. Пановкина, посвященная вопросам **обмена смысловой информацией с внеземными цивилизациями**. Как известно, проблема внеземных цивилизаций имеет важное методологическое и мировоззренческое значение. Но обычно главными в подходах к ней оказываются подсчеты возможного числа внеземных цивилизаций, а также различные радиотехнические вопросы и вопросы дешифровки сигналов, которые когда-нибудь может быть и удастся принять от развитых цивилизаций. Б. Н. Пановкин рассматривает условия, при которых «могут «совпасть», «пересечься» системы научных знаний, видение мира различных космических цивилизаций» (стр. 245), и показывает, что бытующие представления во многом наивны и ошибочны вследствие смешения «философского определения материи с естественнонаучными представлениями, знаниями о конкретных свойствах «данного нам» мира» (стр. 247). Это означает, что



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

усилия исследователей должны быть направлены не столько на решение задачи дешифровки, сколько на решение общей проблемы взаимопонимания таких сложных социальных объектов, какими являются «цивилизации».

Пожалуй, не будет преувеличением сказать, что все затронутые в сборнике философские вопросы астрономии в той или иной степени связаны с вопросом о **революции в современной астрономии**. Статья В. А. Амбарцумяна и В. В. Казютинского «Революция в астрономии и ее взаимосвязь с революцией в физике» посвящена основным аспектам революции в астрономии с точки зрения **общих особенностей естественнонаучных революций**. Авторы подчеркивают, что «современный прогресс науки о Вселенной представляет собой непосредственное продолжение революции в физике XX века» (стр. 20). По их мнению, определяющими чертами естественнонаучной революции следует считать, во-первых, коренное изменение идей, принципов, понятий и представлений, во-вторых, отказ от старых идей, принципов, понятий и представлений, в-третьих, перестройка методологических принципов исследования, сопровождающаяся постановкой новых теоретико-познавательных и мировоззренческих проблем, в-четвертых, изменения в способе видения мира (стр. 13). В истории естествознания известны две глобальные революции: первая ознаменовала эпоху Возрождения и началась с астрономии, вторая — началась в XX веке с физики и привела к созданию кванто-релятивистской картины мира. Авторы считают не-

достаточной распространенную точку зрения, согласно которой революция в современной астрономии сводится к революционным изменениям в методах исследования Вселенной. По их мнению, революция в астрономии включает и небывалое расширение горизонтов доступной наблюдателям части Вселенной, и новейшие открытия в астрофизике, и революционные изменения в системе знаний о Вселенной, и само новое видение Вселенной. Уже сейчас ясно, что какое бы из конкурирующих в астрофизике направлений ни восторжествовало, современная картина мира коренным образом отличается от прежней. Пока можно лишь строить догадки по поводу того, что все это даст естествознанию. Ограничится ли дело некой **достройкой кванто-релятивистской картины мира** (и тогда революция в астрономии останется **локальной**) или революционная ситуация в астрономии приведет к **глобальной естественнонаучной революции**, как это случилось в результате коперниканской революции (стр. 55, 56).

Все статьи, включенные в рецензируемую книгу, свидетельствуют о том, что принципы материалистической диалектики оказывают все возрастающее влияние на развитие астрономии. Книга фактически посвящена анализу гносеологических и методологических «уроков» современной физики применительно к исследованию Вселенной. В частности, именно в этом плане следует рассматривать и вопрос об универсальности известных физических законов, а также всех остальных проблем, которые рассматриваются в

книге. В целом книга заслуживает высокой оценки. Можно спорить и даже не соглашаться с соображениями, высказываемыми отдельными авторами. Можно упрекнуть составителей и редакторов сборника в том, что статьи, включенные в него, довольно разнотипны (наряду с блестящими статьями, написанными не только глубоко, четко и доступно, но образно и даже увлекательно, встречаются повествования, в смысле которых разобраться очень нелегко). Но главное, конечно, не в этом. Главное это то, что марксистско-ленинская философия предстает перед читателем как единственная философия, адекватная современному развитию астрономии. Вместе с тем, в сборнике справедливо подчеркивается, что «поисковая функция материалистической диалектики состоит не в том, чтобы от ее лица требовать неперменной «реформы науки», а в том, чтобы ясно ставить нерешенный вопрос и тем содействовать его решению, не навязывая науке, как она должна его решать» (Л. Б. Баженов и В. П. Лебедев, стр. 444). Такой подход к вопросу о взаимосвязи философии и естествознания, наверняка, привлечет внимание к книге многих читателей, в том числе философов и астрономов.

Кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН

МАРТ
АПРЕЛЬ
2 1977
И
ЗЕМЛЯ
ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

НОВЫЕ КНИГИ

«АСТРОНОМИЯ В ШКОЛЕ»

Всесоюзное астрономо-геодезическое общество и Ярославский областной институт усовершенствования учителей подготовили к выпуску третий сборник статей в помощь учителю астрономии. Первые два сборника изданы, соответственно, в 1968 и 1972 годах. Редактором третьего сборника «Астрономия в школе», вышедшего в свет в 1976 году, был доцент Ярославского педагогического института Борис Алексеевич Вольтский (1906—1975).

Сборник открывается статьей, посвященной памяти Б. А. Вольтского, который на протяжении почти 20 лет возглавлял Ярославское отделение ВАГО. Б. А. Вольтский — автор нескольких десятков печатных работ. Две его статьи, в которых дан обзор учебно-методической литературы и изложен метод определения географической широты, опубликованы в третьем сборнике «Астрономия в школе».

О содержании курса школьной астрономии говорится в статьях Б. А. Воронцова-Вельяминова, Э. В. Кононовича и Е. К. Страута. В статье Г. И. Малаховой рассматривается методика изучения некоторых вопросов астрофизики. И. А. Стамейкина анализирует работу планетариев в помощь школе. Проблемам учебного оборудования посвящены статьи Е. П. Левитана, Е. Г. Демидовича и В. П. Томанова. Результаты проведения контрольной работы по астрономии сообщаются в статье Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута и В. М. Ступникова. Наконец, о внеклассных занятиях и астрономических олимпиадах говорится в статьях Ю. А. Гришина и И. А. Стамейкиной.

АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

В серии «Маленькие энциклопедии», выпускаемой издательством «Советская энциклопедия», вышла в свет в 1976 году новая книга

«Физика космоса». Ее главный редактор — профессор С. Б. Пикельнер (1921—1975). В редакционную коллегию кроме С. Б. Пикельнера входили Ю. Н. Дрожжин-Лабинский, В. Г. Курт и Д. А. Франк-Каменецкий (1910—1970).

Предисловие, написанное главным редактором, заканчивается словами: «Человек всегда стремился раздвинуть рамки известного ему мира, и каждый успех в этом направлении неизменно стимулировал развитие человеческого общества, его культуры и научного мировоззрения. Великие географические открытия ознаменовали конец средневековья, способствовали разрушению феодальной ограниченности, уничтожению религиозных предрассудков. Теперь человек вступил в космическую эпоху и дальнейшее расширение его знаний о мире связано в значительной мере с исследованиями космоса: близкого — путем непосредственного контакта, далекого — физическими методами. Эти исследования несомненно ускоряют развитие человеческого общества».

Книга состоит из двух основных разделов. В первый входят обзорные статьи «Что такое космос», «Звезды», «Атмосферы звезд», «Солнце», «Солнечная система», «Галактики», «Космология». Второй раздел книги представляет собой энциклопедический словарь, содержащий 280 статей, расположенных в алфавитном порядке. В этих статьях рассматриваются отдельные направления развития астрофизики. Сообщаются сведения о физике различных космических явлений и процессов, разъясняются многочисленные термины, приводятся необходимые библиографические справки.

«Физика космоса» — большой коллективный труд. В создании этой книги участвовали многие известные астрофизики. Маленькая энциклопедия «Физика космоса» адресована в основном тем, кто, не являясь профессиональным астрофизиком, глубоко интересуется проблемами астрономии и астрофизики.

Редакционная коллегия:

Главный редактор доктор физико-математических наук Д. Я. МАРТЫНОВ. Ответственный секретарь кандидат педагогических наук Е. П. ЛЕВИТАН. Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOV, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географических наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ

Адрес редакции: 117049, Москва В-49, Марононский пер., д. 26, комн. 329-331, тел. 237-02-67, 237-59-93

Художественный редактор: Л. Я. Шимкина

Корректоры: С. М. Веритэ, Т. Н. Морозова

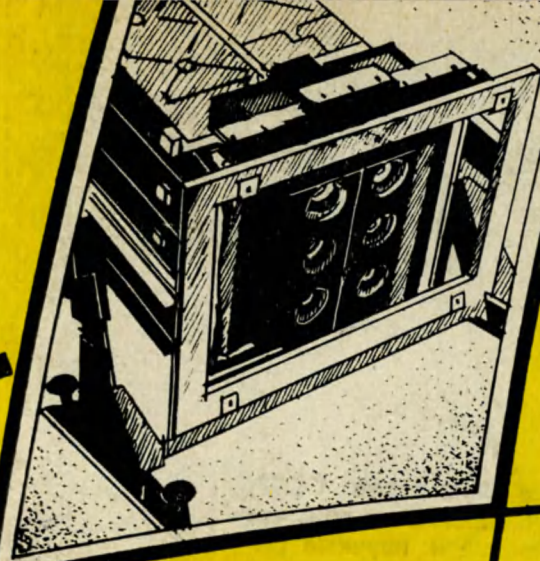
Номер оформили: Калашникова А. Г., Кноп В. И., Машатин В. Н., Тенчурина Е. К., Фрумсон Н. П.

T-03822. Подписано в печать 31/1 1977 г. Сдано в набор 26/1 1976 г. Формат бумаги 84×108/16. Бум. л. 3,0. Печ. л. 10,08. Уч.-изд. л. 11,4. Цена 50 коп. Тираж 53000 экз. Заказ 1411.

121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10. 2-я типография издательства «Наука».

«Центральный Комитет КПСС, Совет Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ выражают твердую уверенность в том, что рабочие и колхозники, инженерно-технические и научные работники, все труженики промышленности, сельского хозяйства, строительства, транспорта и других отраслей народного хозяйства еще шире развернут всенародное социалистическое соревнование за претворение в жизнь решений XXV съезда КПСС, успешное выполнение и перевыполнение заданий десятой пятилетки, новыми трудовыми успехами встретят 60-летие Великой Октябрьской социалистической революции, внесут достойный вклад в дело строительства коммунистического общества в нашей стране.»

(Из Постановления ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ «О Всесоюзном социалистическом соревновании за повышение эффективности производства и качества работы, успешное выполнение заданий десятой пятилетки».)



88



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 50 КОП
ИНДЕКС 70336