

ISSN 0044-3948

31979

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·

На орбите «Салют-6»



В феврале 1979 года началась новая серия экспериментов на станции «Салют-6», выведенной на орбиту 29 сентября 1977 года. В соответствии с программой исследования космического пространства 25 февраля 1979 года в 14 часов 54 минуты московского времени был запущен космический корабль «Союз-32», пилотируемый экипажем в составе командира корабля подполковника **Ляхова В. А.** и бортинженера, летчика-космонавта СССР **Рюмина В. В.**

■
Командир корабля «Союз-32» подполковник В. А. Ляхов (слева) и бортинженер, летчик-космонавт СССР В. В. Рюмин

Владимир Афанасьевич Ляхов родился 20 июля 1941 года в городе Антрацит Ворошиловградской области. В 1964 году он окончил Харьковское высшее военное авиационное училище. Затем служил в Военно-Воздушных Силах. В отряд космонавтов В. А. Ляхов был зачислен в 1967 году. В 1975 году его включили в группу непосредственной подготовки для полета на космическом корабле «Союз» и орбитальной станции «Салют» в качестве командира экипажа. В том же году Владимир Афанасьевич закончил Военно-воздушную академию имени Ю. А. Гагарина.

Фотохроника ТАСС

Продолжение на 3-й стр. обложки. Начало в № 1, 2, 3, 5, 6, 1978 и № 1, 1979.

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

3 МАЙ
ИЮНЬ
1979

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

В номере:

Б. Ю. Левин — Проблемы планетной космогонии	2
С. Я. Уманский — Химия межзвездной среды	7
М. Н. Кошляков — Синоптические вихри открытого океана	14
Л. Я. Кантор, Е. Я. Чеховский — Передача газет через спутники. 20	
М. А. Римша — «Салют-6»: «Морава», «Сирень», «Беролина»	25
А. Е. Сузюмов — Островные дуги в Океании	30
Л. В. Рыхлова — Что такое «координированное время»?	34
ЛЮДИ НАУКИ	
А. А. Михайлов — Христиан Гюйгенс	40
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
В. Н. Шолпо — К разгадкам тайн Земли	44
ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ	
М. Н. Гневыхев — Горная астрономическая станция	47
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ	
Е. Л. Кринов — Развитие метеоритики в Советском Союзе	52
НАУЧНЫЕ ОБЩЕСТВА	
Е. Е. Ширяев — Новая секция ВАГО	58
ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ	
Л. В. Лесков — Внеземные цивилизации: вероятность существования 61	
АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
Е. Л. Трубочанинова, Л. В. Жуков — Наши соображения	65
Е. И. Мелохрино — Учителя обсуждают программу	66
Ю. Н. Клевенский — Необходимые уточнения	67
В. В. Радзиевский — Школьная программа по астрономии: вопросы тактики и стратегии	67
В ОТДЕЛЕНИЯХ ВАГО	
С. Г. Кулагин — Горьковскому отделению ВАГО — 90 лет	69
ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ	
А. И. Коваль — Музей на родине Циолковского	72
ФИЛАТЕЛИЯ	
В. А. Орлов — Космическая астрономия	75
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
А. Я. Салтыковский — Путешествие по курильским вулканам	77
НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ	

Азотная атмосфера Титана [13]; Новое об Амальтее [13]; Рейсы кораблей науки [18]; Новые данные о Деймосе [24]; Радиоастрономы измеряют координаты Меркурия [24]; Природа гамма-всплесков [28]; «День, когда погибнет Лос-Анджелес» [29]; Искусственное свечение атмосферы [29]; Астрономы чтут память В. Г. Фесенкова [43]; Как далеки ближайшие галактики [51]; Пояс астероидов не опасен [57]; Поиски радиосигналов внеземных цивилизаций [60]; Космические сюжеты, подсказанные природой [63]; Новые книги [78, 80]; Статьи и заметки по физике океана, опубликованные в «Земле и Вселенной» в 1965—1978 годах [79].

На обложке: схема крупномасштабных течений Северной Атлантики (к статье М. Н. Кошлякова).



Проблемы планетной космогонии

До середины нашего столетия планетная космогония считалась чисто астрономической проблемой. В 40-х годах, приступая к разработке теории происхождения Земли и планет, академик О. Ю. Шмидт подчеркивал, что планетная космогония стала астрономо-геофизической проблемой.

В наши дни космическая техника уточнила представления о магнитных и гравитационных полях планет и их фигурах, провела непосредственные исследования состава планетных атмосфер и грунта, получила снимки поверхностей планет и доставила на Землю образцы лунного грунта. К решению вопросов планетной космогонии были привлечены геологи, минералоги, петрологи, космохимики. Особенно важное значение сейчас приобрели данные космохимии.

ЕДИНСТВЕННЫЙ ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Звездная космогония и космогония галактик опираются на результаты исследований множества объектов, возникших при разных начальных условиях и достигших разных стадий развития. Объединяя звезды и галактики в эволюционные последовательности, ученые пытаются выяснить их происхождение. Планетная космогония имеет дело лишь с нашей Солнечной системой. Планетные системы вокруг других звезд пока недоступны наблюдениям и не могут помочь нам в исследовании происхождения Солнечной системы.

Планетная космогония опирается на закономерности, которые существуют в движении и строении тел Солнечной системы. Тот факт, что планеты

Современная космогония не ограничивается данными классической астрономии и наряду с ними использует методы и результаты геофизики, геологии, геохимии, космохимии.

движутся вокруг Солнца в одном направлении почти по круговым орбитам, лежащим примерно в одной плоскости, показывает, что Солнечная система не случайное собрание тел, а единая система, возникшая в едином процессе. О том же свидетельствует и деление планет на две группы — планеты земного типа, близкие к Солнцу, и планеты-гиганты, далекие от Солнца. Планеты в этих группах различаются массой, составом и рядом других свойств.

Поскольку планетная космогония имеет дело с единой системой, изучение всех ее тел — их сходства и различия — раскрывает эволюцию всей системы в целом и, в частности, происхождение, строение и современную жизнь нашей Земли.

АККУМУЛЯЦИЯ ПЛАНЕТ

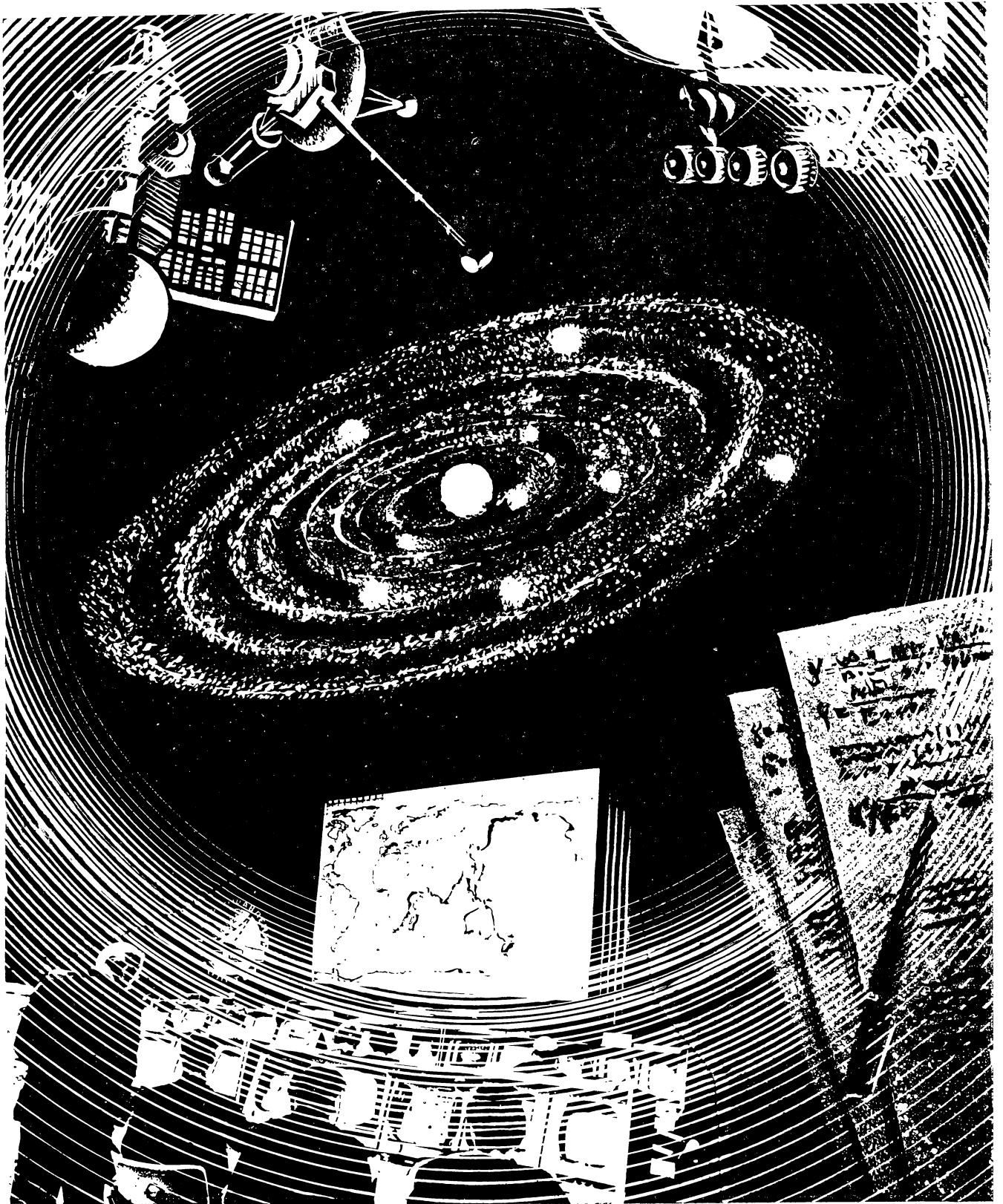
В настоящее время практически все исследователи считают, что планеты образовались путем аккумуляции, то есть присоединения окружающего рассеянного вещества к первоначально небольшим «зародышам». Планеты земной группы аккумуляровались из твердых частиц и тел, состоявших (вследствие близости к горячему Солнцу) из тугоплавких каменных веществ. Формирование планет-гигантов тоже началось с аккумуляции

твердых частиц и тел, содержавших (вследствие отдаленности от Солнца) не только тугоплавкие каменные вещества, но и легкоплавкие «льды». На некоторой стадии роста планет-гигантов аккумуляция твердого вещества дополнялась аккумуляцией газов — водорода, а также гелия и других инертных газов. Эти особенности аккумуляции планет-гигантов и определили их огромные размеры и современный состав.

Подтверждением того, что планеты возникли в результате аккумуляции, а не из раскаленных сгустков солнечного вещества (или газовых сгустков иного происхождения), как думали несколько десятков лет тому назад, служит дефицит на Земле инертных газов. На Земле тяжелых инертных газов — таких, как ксенон и криптон, в миллионы раз, а газов среднего атомного веса — неона и аргона в 10^{10} раз меньше, чем в космическом или солнечном веществе. В то же время ни о какой термической диссипации этих газов не может быть и речи, поскольку они слишком тяжелы. Напомним, что в солнечном веществе количество атомов неона того же порядка, что и количество атомов кремния. Таким образом, в космическом и солнечном веществе инертные газы не являются малыми примесями.

Несколько десятков лет назад дефицит инертных газов был известен лишь для Земли. Космические исследования показали, что инертных газов мало и на Венере, и на Марсе.

В 40-е годы огромное значение для понимания роли аккумуляции холодного вещества в образовании Солнечной системы имело открытие



Дж. Койпером метановой атмосферы у спутника Сатурна — Титана. Хотя Титан и крупнейший из спутников, он все же настолько мал, что эта атмосфера «улетела» бы с него, если бы температура на его поверхности поднялась до 0 °С. Атмосфера у Титана удерживается благодаря тому, что температура его поверхности — 150 °С.

Расчеты моделей внутреннего строения и состава планет-гигантов показали, что все они обогащены (по сравнению с солнечным веществом) элементами среднего и тяжелого атомного веса, способными вдали от Солнца находиться в твердом состоянии (каменистые частицы и льды). Наиболее плотные из планет-гигантов — Уран и Нептун — на 80—90% состоят из этих конденсируемых элементов и только на 10—20% — из водорода и гелия, которые не конденсируются даже вдали от Солнца.

Водорода и гелия в Юпитере и Сатурне несравненно больше, чем в Уране и Нептуне, но значительно меньше, чем в солнечном веществе. В разных моделях Юпитера содержание химических элементов, образующих каменные вещества и льды, составляет от 15 до 60 масс Земли, а в моделях Сатурна — от 15 до 20 масс Земли. Значит, в Юпитере элементов среднего и тяжелого атомного веса — 5—20%, а в Сатурне — 15—20%. Между тем в солнечном веществе этих элементов меньше 2%. Такой состав планет-гигантов обусловлен тем, что их формирование началось с аккумуляции твердого вещества и лишь позднее дополнилось аккумуляцией газов. Юпитер и Сатурн успели вобрать в себя огромное количество газов, Уран и Нептун — меньше, вероятно потому, что аккумуляция медленнее и стали способными захватывать газы лишь тогда, когда они уже в значительной мере рассеялись.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПРОТОПЛАНЕТНОГО ОБЛАКА

Общепризнано, что планетная система формировалась из **рассеянного газово-пылевого вещества**. По мнению большинства исследователей, это вещество некогда окружало Солнце в виде протопланетного облака. В нем

содержалось вещество, вошедшее ныне в состав планет, спутников, астероидов, комет, а также вещество, которое было потеряно в пространстве во время их образования. Но как возникло это облако, неясно до сих пор. Близость солнечного экватора к плоскости планетных орбит, то есть к центральной плоскости протопланетного облака, — веский довод в пользу того, что **Солнце и облако образовались в едином процессе**. Но механизм их совместного происхождения таит в себе много неисследованного.

В настоящее время мало кто сомневается в том, что звезды рождаются при сжатии сгустков межзвездного газово-пылевого вещества. Лет десять тому назад достаточно строгие расчеты были выполнены для сжатия вращающейся протозвезды и весьма приближенные — для вращающихся протозвезд. В частности, предполагалось, что протосолнце обладает твердотельным вращением и сохраняет его в ходе сжатия. В этом случае получалась картина, которая устраивала исследователей, — возникало Солнце, окруженное протопланетным облаком.

Лишь в последние годы расчеты сжатия вращающихся протозвезд удалось освободить от грубых упрощающих предположений. Некоторые из этих расчетов снова привели к образованию Солнца, окруженного протопланетным облаком. В других расчетах центральное сгущение не получилось, а область наибольшей плотности оказалась похожа на «бублик» или тор. Почему расчеты дают противоречивые результаты, остается пока неясным.

Так как звездная космогония не предоставляет сведений о процессе формирования и вероятной массе протопланетного облака, делались попытки оценить эту массу другим путем. **Минимальная масса** протопланетного облака определяется из данных о массе и составе современных планет. К массе планет добавляют массу водорода, гелия и других элементов, которые не вошли в состав планет, но которые необходимы, чтобы дополнить их состав до солнечного. Суммирование допол-

ненных масс приводит к минимальной массе протопланетного облака в несколько процентов от массы Солнца. Однако американский астрофизик А. Камерон долгое время считал массу протопланетного облака равной 1—2 солнечным. Его оценка основывалась на том, что типичное межзвездное облако, сжимающееся в звезду, имеет массу в 2—3 солнечных.

Гипотеза Камерона о массивном облаке давно подвергалась критике. Сейчас он сам убедился в ее серьезных недостатках и приступил к разработке новой схемы. Но пока Камерон не пришел к результатам, которые удовлетворили хотя бы его самого!

Исследователи планетной космогонии по-прежнему находятся в трудном положении: не сомневаясь в том, что планеты образовались из газово-пылевого протопланетного облака, они не знают, ни как оно возникло, ни его начальной массы и структуры. Специалисты по звездной космогонии пока не могут дать ясный ответ на эти вопросы, которые лежат на стыке планетной и звездной космогонии.

ПЫЛЬ В ПРОТОПЛАНЕТНОМ ОБЛАКЕ

На протяжении последних лет представление Камерона о массивном протопланетном облаке владело умами многих исследователей и, в частности, тех, кто занимается изучением происхождения пылевого компонента облака. Массивное облако должно было быть вначале очень горячим, так как его постепенное сжатие к центральной плоскости (уплощение) сопровождалось бы выделением значительной гравитационной энергии. Температура облака была бы столь высокой, что вначале все вещества, все химические элементы находились бы в нем в газообразном состоянии. По мере постепенного остывания облака происходила бы конденсация сперва тугоплавких веществ, а затем все более и более летучих.

При теоретическом изучении процесса конденсации допускалась (и поныне многими допускается) ошибка принципиального характера. Конденсация считалась **равновесной**, то есть



каждое вещество конденсировалось тогда, когда в ходе понижения температуры его парциальное давление в облаке становилось равным давлению насыщающих паров. Предполагалось, что газ и пыль имеют одинаковую температуру. Между тем в остывающем облаке температура пылинок должна быть заметно ниже температуры газа и процесс конденсации должен быть **неравновесным**. Исследователи равновесной конденсации выявили вещества, устойчивые при тех или иных температурах (и давлениях), но не установили правильную последовательность конденсации различных веществ в протопланетном облаке.

В облаке умеренной массы даже в районе орбиты Венеры температура всегда была ниже температуры конденсации железа и силикатов, а в горяче астероидов она не превышала 300 К. Получается, что почти все протопланетное облако не проходило стадию высоких температур, при которых все химические элементы и их соединения находились бы в газообразном состоянии и могли бы конденсироваться в твердые частицы по мере последующего остывания газа. Спрашивается: где же образовались те твердые частицы, из которых аккумулировались планеты?

С поисками ответа на этот вопрос тесно связаны результаты исследований изотопного состава ряда химических элементов в метеоритах. У кислорода, магния и других элементов обнаружены такие аномалии изотопного состава, которые не могли возникнуть ни в протопланетном облаке, ни в родительских телах метеоритов. Это указывает на то, что в протопла-

нетном облаке были **межзвездные пылинки**. Они сохранились в ходе сжатия межзвездного облака, из которого возникло Солнце и протопланетное облако. Доля пылинок, принесших с собой аномалии изотопного состава, оценивается в несколько процентов. Но представляется правдоподобным, что и пылинки, не связанные с аномалиями изотопного состава, тоже имеют межзвездное происхождение. Таким образом, сейчас можно на новой основе вернуться к идее О. Ю. Шмидта о том, что вещество для построения планет не находилось первоначально в чисто газовом состоянии, а с самого начала содержало твердый компонент.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЛУНЫ

Космические исследования привели к радикальным изменениям ранее сложившихся представлений о происхождении и эволюции Луны («Земля и Вселенная», № 1, 1975, с. 22—28. — Ред.). До начала космических исследований считалось, что Луна аккумулировалась прямо на спутниковой орбите из твердых частиц околоземного роя, образовавшегося в ходе аккумуляции Земли из частиц околосолнечного роя. Считалось, что аккумуляция Луны, как и Земли, продолжалась около 100 млн. лет и должна была привести к первоначально холодной Луне. Затем тепло, выделявшееся при распаде долгоживущих радиоактивных элементов — урана, тория, калия, разогрело лунные недра. Но эти радиоактивные элементы выделяют тепло медленно, и потому частичное расплавление недр Луны должно было наступить спустя 2 млрд. лет после ее образования, то есть 2,5 млрд. лет тому назад. Казалось, получено объяснение сравнительно позднего формирования лавовых морей Луны — малое число крупных ударных кратеров на их поверхности показывает, что они возникли тогда, когда основная бомбардировка Луны образовавшимися ее телами уже закончилась. В отличие от морей, лунные материки густо усеяны крупными кратерами, и это давало основание предполагать, что

материки — остатки первичного насыпного наружного слоя Луны, который подвергся сильнейшей бомбардировке на заключительной стадии ее аккумуляции.

Следует добавить, что, согласно расчетам термической истории Луны, в эпоху максимального разогрева лунные недра (за исключением сравнительно тонкого наружного слоя) были в полурасплавленном состоянии. Центральная область Луны и поныне должна оставаться полурасплавленной.

Против этих выводов выдвигались два возражения. Во-первых, указывалось, что материковые области Луны не могут состоять из первичного вещества, так как плотность силикатов уменьшается при плавлении, а значит, первичный наружный слой Луны, оказавшись плотнее подстилающего полурасплавленного вещества, должен был погрузиться в него. Однако это возражение снималось, если первичное вещество было насыпным, то есть рыхлым, пористым, что уменьшало его плотность. Во-вторых, указывалось, что в эпоху максимального расплавления и размягчения недр Луны должна была принять гидростатически равновесную форму, тогда как сейчас ее форма отличается от равновесной, в первую очередь, избыточной сплюснутостью. Это возражение является несостоятельным потому, что понятие гидростатического равновесия применимо лишь к изотермическим телам или к телам, в которых поверхности равных температур совпадают с эквипотенциальными поверхностями. Между тем у Луны температура поверхности убывает от экватора к полюсам, что, как было показано автором в 1964 году, и должно приводить к ее избыточной сплюснутости. Связанные с этим напряжения, а также напряжения, создаваемые другими, более слабыми отклонениями от гидростатического равновесия, поддерживаются жесткостью наружной твердой зоны Луны. Таким образом, до космических исследований нарисованная выше картина представлялась вполне удовлетворительной. Что же произошло после многочисленных полетов к Луне автоматических станций и пилотируемых космических кораблей?

Первые доставленные на Землю образцы лунных пород были взяты с поверхности морей. Оказалось, что моря сложены базальтами — продуктами лавовых излияний из недр Луны, а не заполнены мелкой пылью, как предполагали некоторые исследователи. Затем начались сейсмические исследования на Луне, и они подтвердили, что центральная область Луны находится в полурасплавленном состоянии. Но этим подтверждения прежней картины эволюции Луны и закончились.

Согласно измерениям, возраст лунных базальтов не 2,5 млрд. лет, как ожидалось, а 3—4 млрд. лет. Это потребовало пересмотра прежних представлений о термической истории Луны. Чтобы объяснить более раннее излияние базальтов, то есть более ранний разогрев недр, надо было увеличить либо начальную температуру Луны, либо содержание в ней радиоактивных элементов. Дальнейшие открытия еще больше усложнили ситуацию.

На Землю были доставлены образцы вещества, слагающего лунные материи. Они оказались не первичным насыпным веществом, а тоже продуктом магматической дифференциации недр. Магматическая дифференциация, то есть разделение по составу, происходит, когда недра каменной планеты частично расплавляются и легкие компоненты возникшей тестообразной магмы прокладывают себе путь к поверхности, формируя кору планеты. Магма, излившаяся на поверхность — это всем хорошо известная лава. Лунные материи густо усеяны крупными ударными кратерами. Породившая эти кратеры интенсивная бомбардировка могла быть лишь на заключительной стадии аккумуляции Луны. Следовательно, Луна успела разогреться, ее недра успели дифференцироваться и наружный слой продуктов дифференциации успел затвердеть раньше, чем закончилась интенсивная бомбардировка Луны. Только так можно объяснить современную структуру лунных материков. Значит, начальный разогрев Луны был столь быстрым, что практически слился с процессом ее аккумуляции.

Каков же источник этого начального разогрева? Если бы формирование Луны длилось 100 млн. лет, то короткоживущие радиоактивные элементы — такие, как алюминий-26 или плутоний-224, едва ли могли обеспечить достаточный нагрев лунных недр. Они в значительной мере распались бы еще до того, как войти в состав Луны. Гравитационная энергия, выделявшаяся в ходе аккумуляции Луны, могла бы обеспечить ее высокую начальную температуру при условии, что эта энергия не успела излучиться в пространство, то есть аккумуляция должна завершиться за очень короткий срок — порядка сотни или тысячи лет. А для этого необходимо, чтобы рой твердых тел и частиц, из которых образовалась Луна, практически мгновенно возник вблизи Земли. Это возможно лишь при столкновении в окрестности Земли двух тел сравнимой массы, превышающих по своим размерам крупнейшие из современных астероиды. В эпоху аккумуляции Земли в ее окрестности было множество таких тел, так что подобный путь образования Луны не таит в себе ничего невероятного. Тем не менее он представляется искусственным и едва ли может быть правильным.

ГДЕ НАЙТИ ПЕРВИЧНОЕ ВЕЩЕСТВО?

Итак, Луна обманула наши надежды: на ее материках мы не нашли недифференцированного первичного вещества. Где же достать образцы вещества, не подвергшегося магматической дифференциации? Вероятнее всего, — на малых телах внутренней зоны планетной системы — на астероидах. Именно потому, что они малы, тепло из их недр легко ускользает наружу, не нагревая их до высокой температуры. Но обломки астероидов уже находятся в наших руках — это метеориты, которые мы можем всесторонне анализировать в наших лабораториях. Анализы подтверждают, что многие типы метеоритов не подвергались дифференциации, а претерпели лишь небольшую перекристаллизацию при умеренном нагреве. Есть и такие метеориты, которые никогда не разогревались до температур, превышающих 200—300 °С.

В метеоритных коллекциях представлены не все типы метеоритов, имеющих в межпланетном пространстве, и среди вновь выпадающих иногда встречаются ранее неизвестные типы. И все же маловероятно, чтобы запуск космического аппарата к какому-нибудь астероиду дал новые сведения, которые послужили бы ключом к решению фундаментальных проблем. Ведь пока еще рано мечтать о том, чтобы космический аппарат доставил на Землю кусок астероида. Но даже если это и случится, много шансов на то, что кусок охажется близким родственником или даже близнецом какому-нибудь уже изученного метеорита.

Гораздо перспективнее запуск космического аппарата к комете. Ледяные ядра комет — это тела, с аккумуляции которых началось образование планет-гигантов. Именно потому, что ледяные, точнее каменно-ледяные ядра комет всегда оставались холодными, их вещество в максимальной степени (по сравнению со всеми другими образцами планетного вещества) сохранило свойства, приобретенные еще во время формирования планетной системы. Да и наши знания о строении и составе кометных ядер несравненно беднее, чем об астероидах. Поэтому очень важным окажется даже простое фотографирование поверхности кометного ядра и приближенный анализ его состава на месте.

Поскольку мы не были очевидцами формирования Солнечной системы, а других планетных систем мы не знаем, в планетной космогонии большое значение имеют теоретические работы. Сейчас сложилась такая ситуация, что космические исследования и новые наземные методы наблюдений доставляют нам все новые и новые фактические данные, а их теоретическое обобщение начинает отставать. Продолжая накопление фактических данных, чрезвычайно важно развивать теоретические исследования. При этом необходимо объединение усилий представителей тех различных наук, которые в настоящее время принимают участие в изучении происхождения и эволюции всей Солнечной системы и отдельных ее тел.



Кандидат физико-математических наук
С. Я. УМАНСКИЙ

Химия межзвездной среды

РЕЗЕРВУАР МЕЖЗВЕЗДНЫХ МОЛЕКУЛ

Двухатомные молекулы CH , CH^+ и OH в межзвездной среде были найдены оптическими методами еще в конце 30-х годов. В 1963 году удалось зарегистрировать радиолинии молекул OH , предсказанные в 1949 году И. С. Шкловским. Однако возможность существования в межзвездной среде молекул с числом атомов больше двух многими астрономами считалась весьма маловероятной. Тем не менее настойчивые поиски таких молекул, предпринятые группой Ч. Таунса (США), увенчались успехом в 1968 году, когда была открыта молекула аммиака NH_3 . В 1969 году обнаружили формальдегид H_2CO , а затем межзвездные молекулы посыпались как из рога изобилия («Земля и Вселенная», № 5, 1975, с. 32—33.— Ред.).

Практически все многоатомные молекулы найдены в плотных газопылевых облаках, таких, например, как Стрелец В2, расположенный в направлении на центр Галактики. В этом облаке размером до 150 световых лет и массой около 10^6 солнечных концентрация молекулярного водорода примерно 10^4 частиц в 1 см^3 при температуре около 20 К. Экспериментально радиоастрономическими методами определяется полное число молекул на луче зрения в трубке с поперечным сечением 1 см^2 . Эта величина характеризует относительные концентрации различных молекул, причем за единицу обычно принимают концентрацию водорода. Как следует из наблюдений, все обильные в межзвездной среде атомы,

К началу 1979 года зарегистрировано излучение около пятидесяти межзвездных молекул, в том числе многоатомных, содержащих до одиннадцати атомов. Первый бум «охоты» за молекулами прошел, и сейчас астрофизики пытаются разобраться в том, как же образуются сложные молекулы в весьма неблагоприятных условиях межзвездной среды.

способные вступать в химическую связь, образуют молекулы. Если принять во внимание, что в межзвездной среде углерода, азота и кислорода в 10^4 — 10^5 раз меньше, чем водорода, то заметная доля атомов С, N и O входит в многоатомные молекулы (см. таблицу на с. 10—11).

Итак, плотные газопылевые облака целиком состоят из молекул, главным образом молекул водорода. Когда лет шесть-семь тому назад это было окончательно осознано, возник вопрос о механизме, который поддерживает стационарную концентрацию молекул в облаке. Если в темном газопылевом облаке нет ярких источников излучения, то, согласно современным представлениям, время жизни облака в наблюдаемом состоянии не превышает 10^7 лет. Время жизни гигантских молекулярных облаков типа Стрелец В2, связанных с яркими источниками излучения, может быть и существенно меньше, 10^5 — 10^6 лет. Очевидно, что в газопылевом облаке концентрация молекул будет поддерживаться на стационарном уровне, если время

протекания химических реакций окажется меньше времени жизни облака.

Нетривиальность механизма образования молекул в газопылевых облаках обусловлена специфическими условиями в них. В первую очередь, чрезвычайной разреженностью газа и его низкой температурой. В межзвездных облаках сильно ослаблено ультрафиолетовое излучение звезд, которое почти полностью поглощается в относительно тонких наружных слоях. Это, с одной стороны, предотвращает разрушение ультрафиолетовым излучением уже возникших молекул, но, с другой стороны, затрудняет протекание многих химических реакций, которые требуют значительного количества энергии.

Первый шаг в любом механизме формирования многоатомных молекул — образование двухатомных молекул — в результате **рекомбинации атомов**. В частности, очень важно установить механизм превращения атомарного водорода в молекулярный.

КУДА ДЕТЬ ЭНЕРГИЮ?

В сильно разреженной межзвездной среде затруднен именно процесс рекомбинации, поскольку двухатомная молекула не может возникнуть просто в результате столкновения двух атомов. Необходима третья частица, которая восприняла бы энергию, выделяющуюся при создании химической связи.

На первый взгляд кажется, что третьей частицей может быть атом самого распространенного элемента во Вселенной — водорода, который сталкивается с какими-то атомами А



и В в тот момент, когда они находятся на расстоянии порядка молекулярных размеров. Подобные **трехчастичные процессы** эффективны в земных условиях, когда плотность частиц составляет примерно 10^{19} см^{-3} . Однако время между двумя последовательными столкновениями трех частиц

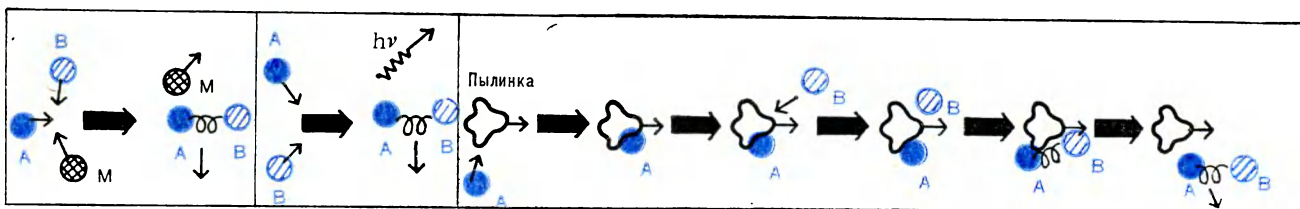


Млечный Путь в созвездии Стрельца (фотография заимствована из журнала «Sky and Telescope», 49, 6, 1975)

обратно пропорционально квадрату плотности, и даже при максимальном значении плотности водорода в межзвездных облаках (10^6 см^{-3}) оно превосходит возраст Вселенной. Следовательно, за все время существования газово-пылевого облака только ничтожная доля атомов в нем испытывает тройные столкновения. Мы вынуждены полностью исключить тройные столкновения как возможный механизм образования межзвездных молекул.

Роль третьей частицы в процессе

рекомбинации может сыграть фотон. Излученный в момент столкновения атомов, он способен унести выделяющуюся энергию. Такая рекомбинация называется **радиационной**. Время, за которое некий атом А рекомбинирует с атомом водорода Н, равно времени между последовательными столкновениями А с Н, деленному на вероятность излучения фотона в процессе столкновения. При типичных для газово-пылевых облаков плотностях водорода время между столкновениями А с Н на много порядков



меньше времени жизни этих облаков. Но вероятность излучения фотона в момент столкновения крайне мала, так как любая частица (атом или молекула), готовая испустить фотон, «ждет» не меньше 10^{-6} — 10^{-7} секунды, прежде чем его излучит. Столкновение же происходит примерно за 10^{-13} секунды. Поэтому вероятность излучения фотона при столкновении не превышает 10^{-5} — 10^{-7} .

Для весьма важного в межзвездной среде процесса $C+H \rightarrow CH+h\nu$ эта вероятность равна примерно 10^{-7} . Если данная реакция происходит при плотности водорода 10^4 — 10^5 см $^{-3}$, то время радиационной рекомбинации 10^5 — 10^4 лет, что в 10—100 раз меньше времени жизни газовой пылевой облаков. Следовательно, процессы радиационной рекомбинации, для которых вероятность излучения фотона при столкновении около 10^{-7} — 10^{-8} , могут обеспечить образование молекул. К сожалению, для большинства процессов, например, возникновения молекулы водорода из двух атомов водорода, вероятность излучения фотона при столкновении меньше 10^{-13} и появление этой молекулы в результате радиационной рекомбинации практически невозможно. Тем не менее почти весь водород в газовой пылевой облаках находится в молекулярной форме. Значит, существует еще какой-то механизм рекомбинации.

Эффективность трехчастичной рекомбинации мала, поскольку два сталкивающихся атома сближаются на

■
Различные механизмы рекомбинации атомов (слева направо): рекомбинация в результате тройного столкновения, радиационная рекомбинация, рекомбинация на поверхности пылинки

очень короткое время (10^{-12} — 10^{-13} секунды), за которое третий атом не успевает к ним подойти. В случае радиационной рекомбинации третья частица — фотон всегда может быть излучен, но вероятность этого события мала. Для рекомбинации атомов водорода надо найти третью частицу, вблизи которой атом водорода мог бы дожидаться партнера по рекомбинации, а взаимодействие пары атомов с этой частицей было бы достаточно сильным, чтобы можно было передать ей выделяющуюся при образовании молекулы энергию.

Именно такими свойствами обладают космические пылинки, всегда присутствующие в газовой пылевой облаках. Концентрация пыли примерно в 10^{12} раз меньше концентрации водорода. По современным представлениям, пылинки имеют линейные размеры порядка 10^{-5} см и состоят из очень большого числа атомов (около 10^9). Подлетающие к пылинке атомы и молекулы испытывают довольно слабое, но все-таки заметное притяжение, способствующее созданию связанного комплекса атом — пылинки. Явление прилипания атомов и молекул к поверхности конденсированных тел носит название **физической адсорбции**. Вызывающие физическую адсорбцию силы притяжения (дисперсионные силы) обусловлены взаимным «подстраиванием» движений электронов в налетающем атоме и пылинке. Эти силы слабы. Энергия связи физической адсорбции изменяется в интервале 0,5—10 ккал/моль, в то время как типичная энергия химической связи в молекулах порядка 100 ккал/моль. Важно, что дисперсионные силы растут почти пропорционально объему адсорбируемого атома или молекулы.

При образовании комплекса атом — пылинка возникает все та же проблема: куда деть энергию физической адсорбции? Здесь третьей частицей может быть сама пылинка. Энергия, выделявшаяся при адсорбции, переходит со связи атом — пылинка внутрь пылинки и дробится между входящими в нее многочисленными атомами. Хотя полная выделявшаяся энергия достаточна для разрыва связи атом — пылинка, требуется некоторое время, чтобы энергия снова сконцентрировалась на этой связи и произошел отрыв (десорбция) атома. Это время становится все продолжительнее по мере увеличения энергии физической адсорбции или уменьшения температуры пылинки.

Механизм рекомбинации атомов водорода на пылинках может протекать следующим образом. Атом H прилипает к пылинке и ждет. Может случиться, что пока он находится на пылинке, к ней успеет подлететь и прилипнуть другой атом H и какое-то время на пылинке будут два атома H. Эти атомы «не сидят» неподвижно в определенных точках поверхности пылинки, а «бродят» по ней и могут столкнуться друг с другом. В результате столкновения образуется молекула H $_2$, а энергия связи отдается внутрь пылинки. Согласно оценкам, время между столкновениями атомов на поверхности пылинки во много раз меньше, чем время между столкновениями атомов с пылинками. Поэтому после прилипания практически мгновенно происходит рекомбинация, скорость всего процесса определяется самым медленным его звеном — адсорбцией. Вновь образовавшаяся молекула еще некоторое время «поживает» на поверхности пылинки, а затем десорбируется. Если это время

меньше интервала между столкновениями атома с пылинками, то эффективное время рекомбинации водорода на пылинках совпадает с данным интервалом. При типичных значениях плотности водорода в межзвездных облаках это 10^4 — 10^5 лет.

Мы видим, что если выполняются определенные соотношения между различными временами, характеризующими взаимодействие атомов с пылинками, межзвездная пыль может обеспечить рекомбинацию атомарного водорода. Чтобы получить эти соотношения в конкретных расчетах, приходится делать довольно много предположений о механизме взаимодействия водорода с пылинками. В частности, допустить, что некоторая доля выделяющейся при рекомбинации энергии идет непосредственно на отрыв сформировавшейся молекулы. Справедливость этого, вообще говоря, правдоподобного предположения до сих пор с определенностью не установлена. Многие проблемы рекомбинации на поверхности твердого тела могут быть решены экспериментально на Земле. Однако лабораторное моделирование или надежный теоретический расчет рекомбинации водорода на межзвездных пылинках пока что практически невозможны, поскольку химический состав и структура пылинок известны очень плохо.

Возникает довольно распространенная в астрономии ситуация, когда правдоподобную гипотезу трудно (а пока что, видимо, и невозможно) строго доказать или опровергнуть. Но никакого другого механизма рекомбинации водорода в межзвездной среде до сих пор придумать не удалось. Поэтому в настоящее время принимается, что пылинки «устроены» именно так, чтобы этот процесс был достаточно эффективен.

ОТ ДВУХАТОМНЫХ МОЛЕКУЛ К МНОГОАТОМНЫМ

На начальных стадиях химической эволюции газово-пылевого облака весь водород в результате рекомбинации на пылинках перешел в молекулярную форму. Кроме того, радиационная рекомбинация дала, вероятно, довольно большое количество молекул CH . Что же происходит дальше?

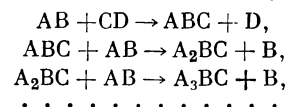
Молекулы		Год открытия: о — оптические линии, р — радиолнии	Плотность по отношению к плотности водорода
Водород	H_2	1970, о	1
Гидроксил	OH	1963, р	10^{-7}
Метилидин	CH	1937, о	10^{-8}
Окись углерода	CO	1940, о; 1970, р	10^{-4}
Циан	CN	1970, р	10^{-8}
Сульфид углерода	CS	1971, р	10^{-7}
Сульфид азота	NS	1976, р	10^{-8}
Окись серы	SO	1973, р	10^{-7}
Окись кремния	SiO	1971, р	10^{-7}
Сульфид кремния	SiS	1975, р	10^{-7}
Метилидин-ион	CH^+	1941, о; 1973, р	10^{-8}
	C_2	1976, р	10^{-9}
Окись азота	NO	1978, р	10^{-8}
Формил	HCO	1975, р	10^{-8}
Формил-ион	HCO^+	1970, р	10^{-7}
Цианид водорода	HCN $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$	1970, р	10^{-9}
	N_2H^+	1974, р	10^{-7}
Этинил	C_2H	1974, р	10^{-7}
	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{S} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$		
Сероводород	H_2S	1972, р	10^{-8}
	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{S}=\text{O} \\ \text{O}=\text{C}=\text{S} \\ \text{H}-\text{N}=\text{O} \end{array}$		
Двуокись серы	SO_2	1975, р	10^{-7}
Карбонил-сульфид	OCS	1971, р	10^{-8}
Нитроксил	HNO	1977, р	10^{-9}
	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{O} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$		
Вода	H_2O	1968, р	10^{-9}
	HNC		
Изоцианид водорода		1971, р	10^{-6}
	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{N} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$		
Аммиак	NH_3	1968, р	10^{-6}
	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$		
Формальдегид	H_2CO	1969, р	10^{-8}
	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{S} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$		
Глюформальдегид	H_2CS	1971, р	10^{-10}
	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{O} \\ \text{H}-\text{C}=\text{N}-\text{H} \end{array}$		
Изоциановая кислота	HNCO	1971, р	10^{-9}
	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{N}-\text{H} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$		
Метанамин	CH_2NH	1972, р	10^{-10}
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{O}-\text{C} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$		
Муравьиная кислота	HCOOH	1970, р	10^{-10}
	HC_3N $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$		
Цианоацетилен		1970, р	10^{-8}
	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$		
Метиловый спирт	CH_3OH	1970, р	10^{-7}

ГАЗОВЫХ ОБЛАКАХ

Молекулы		Год открытия: о — оптические линии, р — ра- диолинии	Плот- ность по отноше- нию к плотно- сти водо- рода
Цианамид	NH_2CN 	1975, р	10^{-8}
Формамид	NH_2CHO 	1971, р	10^{-10}
Ацетальдегид	CH_3CHO 	1971, р	10^{-10}
Метиламин	CH_3NH_2 	1974, р	10^{-10}
Винилцианид	CH_2CHCN 	1974, р	10^{-10}
Цианистый метил	CH_3CN 	1971, р	10^{-10}
Метилацетилен	$\text{CH}_3\text{C}_2\text{H}$ 	1971, р	10^{-9}
Нитрилдиацетилен	HC_3N 	1976, р	10^{-10}
Тетролонитрил	$\text{CH}_3\text{C}_3\text{N}$ 	1975, р	10^{-10}
Метилформиат	HCOOCH_3 	1974, р	10^{-10}
Этиловый спирт	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 	1974, р	10^{-10}
Диметилэфир	$(\text{CH}_3)_2\text{O}$ 	1974, р	10^{-10}
Нитрилтриацетилен	HC_7N 	1978, р	10^{-10}
Нитрилтетраацетилен	HC_9N 	1978, р	10^{-10}

Казалось бы, возможно продолжение цепочки реакций рекомбинации с появлением все более сложных молекул. Но этот механизм образования многоатомных молекул сталкивается с серьезными трудностями. Радиационная рекомбинация нейтральных молекул при низких температурах, которые господствуют в газовой-пылевой облаках, идет, видимо, не быстрее, чем радиационная рекомбинация атомов водорода. Гораздо медленнее протекает рекомбинация на пылинках. Адсорбированные молекулы, включающие тяжелые атомы С, N и O, мигрируют на поверхности пылинки медленнее, чем атомы водорода. Сильно усложняется проблема десорбции, поскольку с увеличением числа атомов во вновь образовавшейся молекуле растет энергия физической адсорбции, и вероятность того, что выделяющаяся энергия химической связи пойдет на отрыв молекулы от поверхности, уменьшается.

Присутствие различных двухатомных молекул, в принципе, делает возможным возникновение молекул, содержащих три и более атомов в результате последовательных **обменных реакций**, которые происходят при двойных соударениях. Схема образования многоатомных молекул (A, B, C, D — произвольные атомы) в подобных реакциях выглядит примерно так:

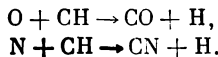


Время между двойными соударениями, если AB соответствует H_2 , равно 10^{-2} — 10^{-3} года, так что сильная разреженность газовой-пылевой облаков не препятствует действию этого механизма. Однако тут вступает в силу другая особенность газовой-пылевой облаков — их низкая температура. Дело в том, что в подавляющем большинстве обменных реакций реагенты и продукты реакции разделены потенциальным барьером, даже если в процессе реакции выделяется энергия (реакция экзотермическая). Преодолеть барьер и вступить в реакцию могут только молекулы с энергией, превышающей высоту барьера (ее часто называют энергией активации).

Доля таких молекул очень быстро уменьшается по мере увеличения высоты барьера или уменьшения температуры. Соответственно, очень быстро возрастает среднее время между столкновениями, сопровождающимися реакцией. Это приводит к тому, что при температуре 30 К реакции с барьером, превышающим 1,5 ккал/моль, оказываются практически несущественными.

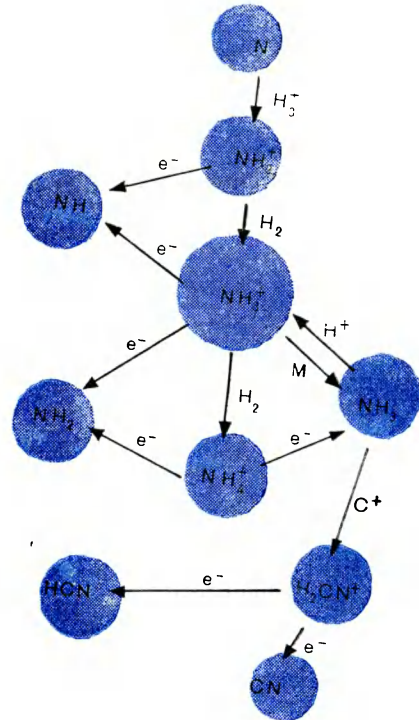
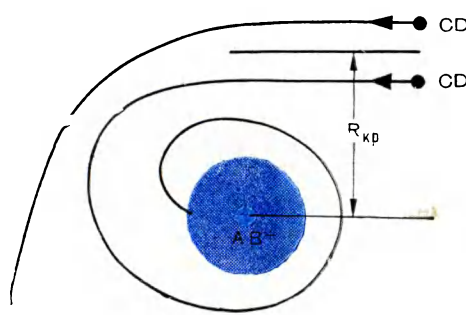
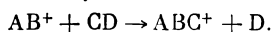
Вряд ли способствует образованию многоатомных молекул в межзвездной среде и такая особенность микрочастиц, как возможность их прохождения под потенциальным барьером — **туннельный эффект**. Эта особенность обусловлена волновыми свойствами микрочастиц. Правда, в последнее время высказано предположение, что туннельный эффект вызывает формирование пленок полимеров формальдегида. Согласно наблюдениям, полимерные пленки могут покрывать межзвездные пылинки.

Анализ показал, что обменные реакции нейтральных двухатомных молекул, приводящие к возникновению многоатомных молекул, обладают слишком большими энергиями активации, чтобы играть хоть какую-то заметную роль в газовой-пылевой облаке. Имеется только ряд атомно-молекулярных реакций, преобразующих одни двухатомные молекулы в другие и не требующих преодоления потенциального барьера. Важнейшие из них:



Видимо, они и обеспечивают наблюдаемые высокие концентрации CO и CN в газовой-пылевой облаке. В этих реакциях притяжение CH к O или N компенсирует рост потенциальной энергии, obligatory первоначальному ослаблению связи CH.

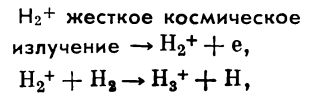
Из лабораторных экспериментов известно, что подобным же свойством — отсутствием потенциального барьера вследствие сильного притяжения между сталкивающимися частицами — обладают экзотермические обменные реакции между положительными молекулярными ионами и молекулами:



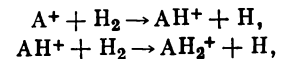
Траектория относительного движения иона AB^+ и молекулы CD . Сильное и дальнотействующее притяжение между ними приводит к тому, что уже на расстояниях меньше $R_{кр}$ частицы начинают неудержимо сближаться по спирали и входят в область (заштрихована), в которой возможна экзотермическая ионно-молекулярная реакция

Схема ионно-молекулярных реакций, в ходе которых образуются азотсодержащие молекулы. В кружках — наблюдаемые азотсодержащие молекулы. Стрелки указывают направление их превращений при взаимодействии с электронами (e^-) и атомами щелочного или щелочноземельного металла (M)

Если бы в газовой-пылевой облаке встречались в достаточных концентрациях молекулярные ионы, то они бы давали цепочки **ионно-молекулярных реакций**, приводящих к образованию многоатомных молекул. На первый взгляд кажется, что молекулярным ионам в таких облаках неоткуда взяться. Ведь ионизирующее ультрафиолетовое и рентгеновское излучение практически полностью поглощается в тонких внешних слоях облака. Однако Е. Хербст и У. Клемперер (США) в 1973 году отметили, что космические лучи с энергией более 100 МэВ могут проникать внутрь облаков и вызывать ионизацию. Скорость такого процесса оценивается примерно в 10^{-17} ионизаций в секунду на один атом водорода. Предполагая, что начальными стадиями ионно-молекулярного механизма возникновения многоатомных молекул в плотных газовой-пылевой облаках являются процессы:



Хербст и Клемперер рассмотрели различные цепочки реакций, которые «запускаются» ионом H_3^+ . Важнейшие из них — реакции протонирования (присоединения к частице протона) и реакции отрыва атома с участием H_2 :



где А — атом или группа атомов.

Был выполнен подробный расчет стационарного содержания различных молекул в системе, в которой происходят ионно-молекулярные реакции (учитывалось 100 реакций). Расчетные концентрации различных молекулярных компонентов типичного газовой-пылевой облака в целом хорошо согласуются с данными наблюдений. И все-таки главный успех модели Хербста и Клемперера в другом. Наряду с нейтральными молекулами, она предсказывала также довольно высокую концентрацию иона HCO^+ , образующегося в реакции $\text{H}_3^+ + \text{CO} \rightarrow \text{HCO}^+ + \text{H}_2$. Спектр HCO^+ в радиочастотном диапазоне в 1973 году известен не был, а в радиационном плотных газовой-пылевой облаков на-



АЗОТНАЯ АТМОСФЕРА ТИТАНА

блюдалась неотжествленная линия на частоте 89,19 ГГц. Хербст и Клеппер предположили, что это — линия иона HCO^+ . Специальные лабораторные измерения радиочастотного спектра HCO^+ , проведенные в 1975 году, подтвердили их предположение.

В настоящее время можно считать, что ионно-молекулярный механизм играет важную роль в возникновении многоатомных межзвездных молекул и может правильно описать относительные содержания самых обильных из них. Отметим, что образование метилового спирта CH_3OH или диметилэфира $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ в рамках ионно-молекулярного механизма до сих пор не рассматривалось. Сейчас обсуждаются возможности появления таких больших молекул в процессе радиационной рекомбинации. Высказываются также предположения, что молекулы с числом атомов, достигающим десяти, возникают в результате испарения покрывающих межзвездные пылинки полимерных пленок. Пленки могут испаряться под действием излучения молодых звезд, которые, видимо, находятся внутри плотных газовой-пылевых облаков.

Итак, уже довольно многое познано в химии межзвездных газовой-пылевых облаков. По крайней мере, существование в них разнообразных молекул уже не вызывает удивления, как лет восемь тому назад. Наступило время детального количественного анализа. И реальные успехи, по мнению автора, будут определяться развитием лабораторных исследований при сверхнизких температурах и, особенно, процессов, протекающих на твердых поверхностях.

Атмосфера Титана была открыта в 1944 году Дж. Койпером, который обнаружил в спектре излучения этого крупнейшего спутника Сатурна полосу поглощения метана. В 1972 году Л. Трэфтон отождествил слабую полосу поглощения в спектре Титана с молекулярным водородом. Это казалось странным, так как гравитационное поле спутника слишком слабое, чтобы удерживать водород. Однако Д. Хантен в 1973 году показал, что некоторое количество водорода может находиться в атмосфере Титана постоянно, если водород возникает, например, при фотоллизе (распад под действием света) аммиака. В результате фотохимических реакций из аммиака в конечном счете должен образоваться молекулярный азот, который в определенных условиях может стать основным компонентом атмосферы Титана.

Недавно американские ученые С. Атрейя, Т. Донау и У. Кан разработали модель эволюции атмосферы Титана. Они предположили, что в первичной атмосфере спутника могли содержаться метан и аммиак, которые выделялись из его недр. Под действием солнечного света аммиак почти полностью распадался на водород (H_2) и азотоводородные соединения. Цикл фотохимических превращений метана (CH_4) был таков, что восстанавливалось примерно 60% этого газа. Таким образом, по мере выделения из недр Титана метана и аммиака происходил рост первичной атмосферы, состоящей из смеси азотоводородных соединений, метана и водорода. Когда давление смеси $\text{CH}_4 - \text{H}_2$ составило 0,1 бар,

важную роль стал играть парниковый эффект. Температура вблизи поверхности Титана увеличивалась и при давлении 0,45 бар могла достичь 150 К. Правда, согласно спектроскопическим данным, верхний предел содержания метана много ниже того количества, которое нужно для обеспечения подобных условий. Однако эти наблюдения относятся к надоблачной атмосфере Титана, и можно полагать, что масса метана под облачным слоем достаточно велика.

Схема фотохимических превращений аммиака насчитывает девять реакций. Промежуточный продукт цепи реакций, ведущих к образованию азота, — гидразин (N_2H_4). Если температура атмосферы ниже 150 К, фотохимический процесс может окончиться образованием гидразина. Но весьма вероятно, что в первичной атмосфере происходил дальнейший фотоллиз паров гидразина.

Итак, в первичной атмосфере Титана молекулярный азот почти не скапливался. Когда с развитием парникового эффекта температура атмосферы повысилась до 150 К, количество азота стало возрастать. Современная величина давления азота у поверхности Титана оценивается в 14—19 бар.

«Science», 201, 4356, 1978.

НОВОЕ ОБ АМАЛЬТЕЕ

Недавние фотоэлектрические измерения блеска самого близкого к Юпитеру спутника Амальтеи, выполненные Р. Миллисом (США), показали, что этот спутник примерно на одну звездную величину слабее, чем считалось ранее: его звездная величина около 14^m. Амальтея оказалась очень «красной», с наибольшим для объектов Солнечной системы показателем цвета $B-V=1,5^m$. Отражательная способность спутника очень низка — Амальтея отражает примерно 2% падающего на нее света (а не 10%, как предполагали ранее). Следовательно, поверхность Амальтеи должна быть покрыта каким-то неизвестным темно-красным веществом.

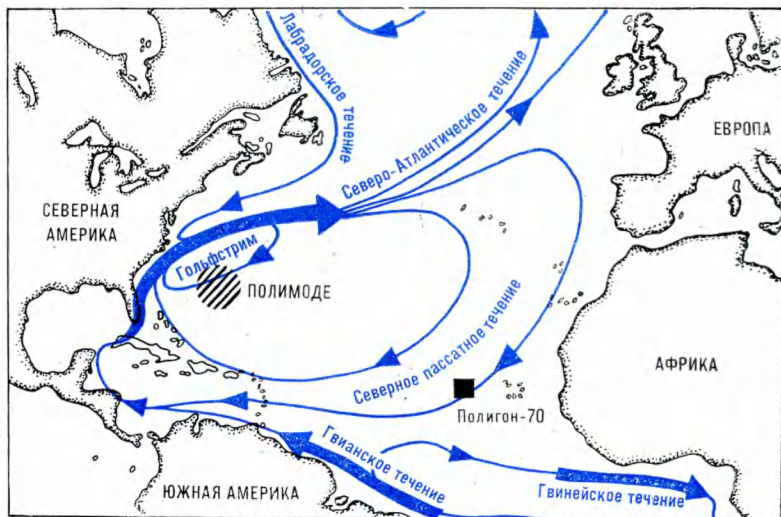
«Icarus», 33, 2, 1978.

В ноябре 1978 года в Государственном реестре СССР зарегистрировано научное открытие, сделанное группой советских океанологов. Академик Л. М. Бреховских, доктор географических наук В. Г. Корт, доктор физико-математических наук М. Н. Кошляков, кандидат географических наук Л. М. Фомин установили, что в открытом океане вдали от сильных течений существуют огромные вихревые движения водных масс. Это открытие важно не только для понимания физической природы океана, но имеет и немалое практическое значение.

Ниже мы публикуем статью, в которой один из авторов открытия рассказывает об океанских вихрях.

Доктор физико-математических наук
М. Н. КОШЛЯКОВ

Синоптические вихри открытого океана



КРУПНОМАСШТАБНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ И ФРОНТАЛЬНЫЕ ВИХРИ

Что было известно о структуре и изменчивости океанской циркуляции к концу 60-х годов? Прежде всего, океанологи имели достаточно хорошее представление о системе **крупномасштабных** (океанского масштаба) течений, то есть о некоторой средней, квазистационарной циркуляции океанских вод, на которую накладываются возмущения различных горизонтальных масштабов и периодов. Звенья крупномасштабной циркуляции в Северной Атлантике — это, например, Гольфстрим, Северо-Атлантическое, Северное пассатное течения.

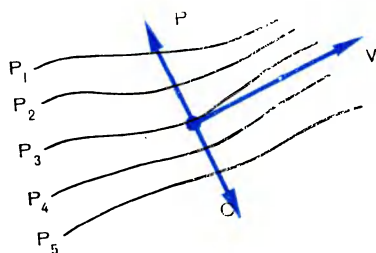
Что же касается возмущений (кроме синоптических вихрей в океане наблюдаются нестационарные движения меньших масштабов и периодов, которые здесь не рассматрива-

ются), то еще лет двадцать назад был уже неплохо известен один весьма специфический их вид — **фронтальные вихри Гольфстрима и Куро́сио**. Образуются они в процессе развития и отсечения меандров (волнообразных изгибов) струй этих узких и сильных океанских течений. Гольфстрим и Куро́сио, подобно другим крупномасштабным течениям, являются **геострофическими** — в их поле горизонтальный перепад давления уравнивается силой Кориолиса, поэтому течение направлено перпендикулярно к перепаду давления. В результате на любой горизонтальной поверхности в любой момент времени линии тока течения примерно совпадают с изотермами и в северном полушарии более теплая вода располагается справа от течения «по его ходу», а более холодная — слева. Из-за больших скоростей Гольфстрима и Куро́-

сио горизонтальный перепад температуры бывает особенно резким. Такой перепад обычно называют фронтом, вот почему эти течения и порождаемые ими вихри получили название **фронтальных**.

Свойство геострофичности сохраняется также и для вихрей — ведь это попросту отсеченные и замкнувшиеся части фронтальных течений. Внутри циклонического вихря, проникающего в область теплового океана к югу от Гольфстрима и Куро́сио, содержится холодная вода, а внутри антициклонического, внедряющегося

Крупномасштабные течения в верхнем слое (порядка 1 км в умеренной и тропической зонах и 100 м в экваториальной зоне) Северной Атлантики. Характерная скорость Гольфстрима и других особенно сильных течений 1 м/с, в открытом океане 1—10 см/с

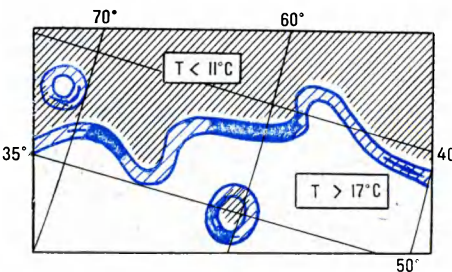
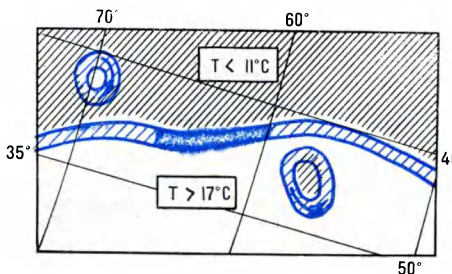
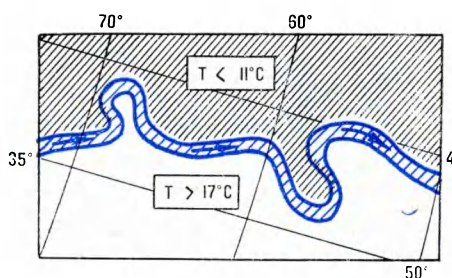


в холодную область к северу от названных фронтальных течений,— теплая. Таким образом, фронтальные вихри служат важным инструментом теплообмена между тропической и полярной зонами океана. Проводившиеся в последние годы исследования показали, что в океане между мысом Гаттерас и Ньюфаундлендской банкой ежегодно образуются в среднем пять пар циклонов и антициклонов Гольфстрима. Отделившиеся от течения вихри как некие самостоятельные образования перемещаются почти всегда на юго-запад со скоростью 3—5 км/сут. В верхнем слое до глубины 700—1000 м этот дрейф имеет переносный характер — фронтальный вихрь «тащит» с собой составляющую его внутренность водную массу. Средний диаметр наиболее значительных холодных циклонов Гольфстрима 200 км. Внутри этих концентрированных образований заключена необычайно большая энергия. Разница в глубине изотермических поверхностей между центром и периферией циклона может достигать 700 м, а скорость вращения воды в верхней части вихря — 3 м/с.

ОТКРЫТИЕ СИНОПТИЧЕСКИХ ВИХРЕЙ

Еще в 50—60-х годах в нескольких совершенно различных океанских

Векторы силы давления (P), силы Кориолиса (C) и скорости геострофического течения (V) в горизонтальной плоскости в океане (северное полушарие). P_1, P_2 и т. д. — изобары. Давление растет от P_1 к P_5



районах ученые обнаружили отчетливые долгопериодные колебания температуры, скорости течения и других океанографических параметров как в верхнем слое, так и на большой глубине. Особенно интересными были результаты измерений глубинных океанских течений, выполненных в 1959—1960 годах английским океанографом Дж. Сваллоу. В районе Бермудских островов с помощью свободно дрейфующих

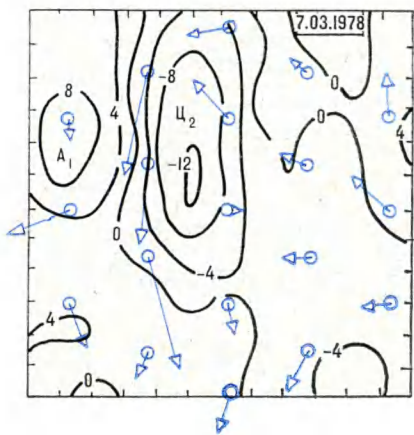
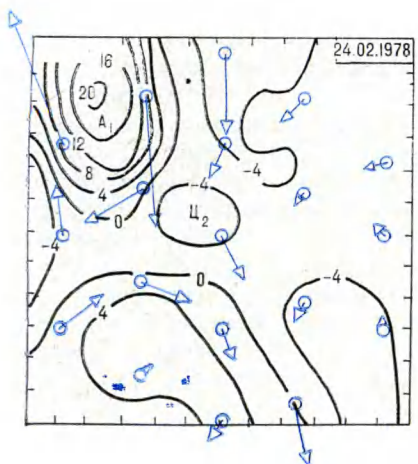
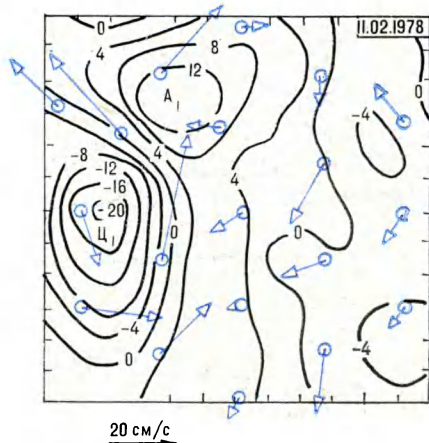
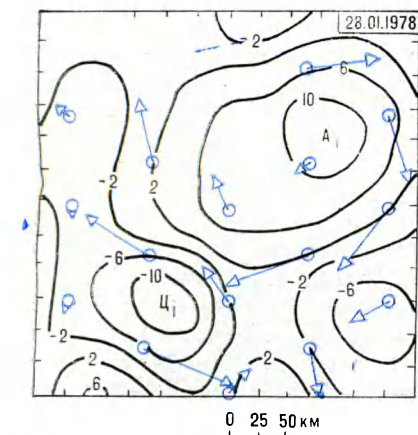
Схема образования холодных циклонических (вращение воды против часовой стрелки) и теплых антициклонических (вращение по часовой стрелке) вихрей Гольфстрима между мысом Гаттерас и Ньюфаундлендской банкой. Схема приурочена к глубине 200 м, сам же процесс охватывает почти всю толщу океана. Характерное время между началом образования меандра и его превращением в вихрь — около двух месяцев

поплавков на глубине 2 и 4 км он обнаружил сильные нестационарные течения. Период их оказался около трех месяцев, а скорости — до 40 см/с. Таким образом, к концу 60-х годов стало очевидно, что в океане существуют весьма заметные нестационарные долгопериодные движения вод, никак не связанные с фронтальными вихрями.

Неясными оставались многие важные вопросы. Насколько типичны эти движения для «открытых» частей океана, удаленных от фронтальных течений? Представляют ли они собой крупномасштабную океанскую турбулентность или это — движения волнового типа? Каков их пространственный масштаб и укладывается ли соотношение пространственного и временного масштаба в известные теоретические модели нестационарных океанских течений? Какова энергия этих движений по сравнению с энергией крупномасштабной циркуляции и откуда она черпается?

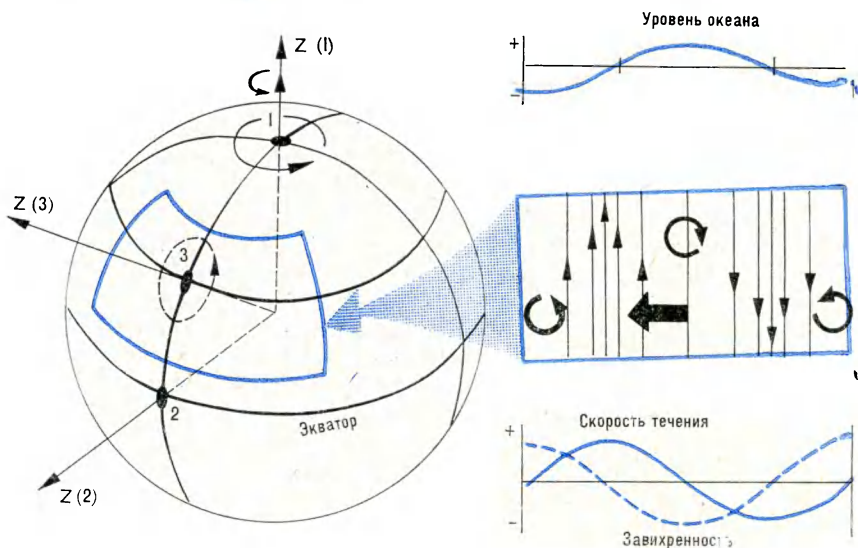
Чтобы ответить хотя бы на некоторые из этих вопросов, необходимо было организовать специальную экспедицию. Такой экспедицией стал «Полигон-70». Эксперимент выполняли сотрудники Института океанологии АН СССР и некоторых других советских океанографических учреждений. С помощью буйковых станций в зоне Северного пассатного течения, к западу от островов Зеленого Мыса, проводились долговременные измерения течений («Земля и Вселенная», № 3, 1971, с. 6—16.—Ред.). Семнадцать буйковых станций (каждая представляла собой фиксированную в заданном районе океана систему якорь — трос — поверхностный плавучий буй с несколькими самопишущими измерителями течений, закрепленными на тросе на различных горизонтах) работали с конца февраля до начала сентября 1970 года.

В экспедиции «Полигон-70» удалось надежно зафиксировать несколько вихреобразных возмущений поля океанского течения, которые перемещались в западном направлении. Возмущения были настолько ярко выражены, что полностью маскировали присущее данному району



океана средноклиматическое Северное пассатное течение. Получившие название **синоптических вихрей открытого океана**, они имели, как и фронтальные вихри Гольфстрима и Куро시오, горизонтальный размер около 200 км, были геострофическими, перемещались на запад со скоростью около 5 км/сут и охватывали значительную толщу океана. Но, в отличие от фронтальных вих-

Эволюция картины течений на глубине 700 м в районе эксперимента ПОЛИМОДЕ. Кружки — точки измерений, стрелки — измеренные векторы скорости течений. Кривые — изобары, построенные с помощью специальной интерполирующей программы, числа — возмущения давления в мбар. Ц — циклон, А — антициклон. Наряду с общим перемещением вихрей на запад хорошо видны резкие перераспределения энергии между отдельными участками поля вихрей



Рисунок, иллюстрирующий западный дрейф синоптических океанских вихрей. Слева — изменение вдоль меридиана планетарной завихренности океанских частиц (точки 1, 2, 3) вокруг локальных направлений верти-

рей, эти образования составляли своей совокупности **сплошное поле чередующихся циклонов и антициклонов**, причем два соседних вихря имели **общую область максимальной скорости течений**.

Еще одно фундаментальное свойство вихрей, обнаруженных в экспедиции «Полигон-70», принципиально отличает их от фронтальных вихрей. Состоит оно в том, что переносная форма движения в их поле выражена слабо. Другими словами, эти вихри представляют собой своеобразные **горизонтальные волны**, в поле которых осуществляется поступательное перемещение в основном лишь **вихревой картины дви-**

Сами же частицы воды движутся по траекториям, близким к замкнутым и, таким образом, среднее поступательное перемещение **массы** в плоскости невелико. Скорость **вращательного** движения воды в поле вихрей на глубине 100—800 м достигала весьма значительных величин — 30—40 см/с.

Результаты «Полигона-70» стимулировали океанологов к проведению интенсивных экспедиционных и

кальной оси Z , справа — распределение относительной завихренности в поле чередующихся по направлению меридиональных течений. Жирная стрелка показывает перемещение системы течений на запад

званий синоптических вихрей открытого океана. Наиболее серьезным из этих экспериментов был МОДЕ-1, выполненный американскими океанологами весной — летом 1973 года в юго-западной части Саргассова моря. МОДЕ-1 дал результаты, по существу весьма близкие к результатам «Полигона-70», выяснилось, что дальнейшее изучение синоптических вихрей открытого океана требует более длительных наблюдений. Кроме того, необходимо было расширить и район исследований. Так советские и американские океанологи приступили к совместному эксперименту ПОЛИМОДЕ, а точнее, к целому комплексу океанских экспериментов («Земля и Вселенная», № 2, 1977, 67.— Ред.).

Основные советские работы по изучению вихрей в ПОЛИМОДЕ проводились в Саргассовом море с июля 1977 по январь 1978 года. Одной из главных целей этих работ были выполненные сотрудниками Института океанологии АН СССР измерения течений и температуры воды с помощью системы девятнадцати буйковых станций, располагавшихся в узлах сетки равнобедренных треугольников с центром на 29° с. ш., 70° з. д. Расстояние между станциями составляло 72 км, а поперечник всего района измерения около 300 км. Измерители течений были установлены на семи гонтах — от 100 до 1400 м глубины.

Результаты ПОЛИМОДЕ оказались чрезвычайно интересными и важными. Вихри, зарегистрированные в эксперименте, охватывали значительную толщу океана, имели в поперечнике 150—200 км и перемещались на скорости 2—6 км/сут. Высокая энергия движения воды в поле вихрей, примерно вдвое превышавшая среднюю кинетическую энергию вихрей «Полигона-70», обусловила получение принципиально новой информации о процессе динамического взаимодействия между отдельными вихрями. Здесь неоднократно фиксировались такие интереснейшие эффекты, как резкое перераспределение кинетической энергии между отдельными частями поля вихрей,

формирование квазидионочного вихря или «квазидионочной» пары вихрей разного знака, непосредственный обмен энергией между соседними вихрями, исчезновение отдельных вихревых центров и возникновение новых. При этом, как показали одновременные измерения температуры и солености океанских вод, перемещение к западу наиболее сильных вихрей имело (во всяком случае, в верхнем слое океана) частично адвективный (переносной) характер. Это означает, что по некоторым физическим свойствам их можно рассматривать как промежуточные образования между вихрями «Полигона-70» и вихрями Гольфстрима, хотя они больше похожи на вихри «Полигона-70».

СВОЙСТВА СИНОПТИЧЕСКИХ ВИХРЕЙ

Почему синоптические вихри открытого океана движутся именно в западном направлении? Легче всего понять это, обратившись к чисто волновой модели океанских вихрей. Дело в том, что каждая частица воды в океане стремится сохранить свою суммарную завихренность вокруг вертикальной оси. Эта завихренность складывается из двух составляющих — планетарной и относительной. Планетарная завихренность, обусловленная вращением Земли, в южном полушарии отрицательна (направлена по часовой стрелке), а в северном — положительна (направлена против часовой стрелки). Она монотонно возрастает вдоль меридиана от минимума на Южном полюсе до максимума на Северном. Таким образом, частица воды, перемещающаяся с юга на север, увеличивает свою планетарную завихренность, а двигаясь с севера на юг, уменьшает.

Предположим теперь, что в некоторой области океана полосы северных и южных течений чередуются по параллели. Такая система течений обладает, помимо планетарной, еще и относительной (внутренней) завихренностью, которая обусловлена самим строением поля скорости: максимум завихренности отмечается к востоку от идущего на юг течения



и к западу — от идущего на север, а минимум, наоборот, к востоку от северного течения и к западу от южного. Для сохранения суммарной завихренности каждой частицы необходимо, чтобы двигающаяся на север частица вступала бы в область все меньшей и меньшей относительной завихренности, а двигающаяся на юг — все большей и большей. Ясно, что это может быть достигнуто только за счет волнового (без среднего переноса массы) перемещения всей картины течений с востока на запад. Такого типа горизонтальные волны, свойства которых определяются меридиональным изменением планетарной завихренности жидкости, называются волнами Россби. Они получили свое название по имени выдающегося шведского геофизика, показавшего важность таких волновых движений в атмосфере. Переход от системы параллельных меридиональных течений к системе чередующихся циклонических и антициклонических вихрей не меняет сути дела и окончательного вывода о перемещении системы вихрей на запад.

Синоптические вихри или их очевидные следы обнаружены в экваториальной зоне Тихого океана, к востоку и западу от Австралии, в районе Гавайских островов, в проливе Дрейка и некоторых других частях Южного океана, в Арктическом бассейне, к западу от Калифорнии, в зоне Северо-Атлантического течения, к юго-западу от южной оконечности Африки и в других районах. Анализ всех этих данных приводит к выводу, что синоптические вихри — типичное, если не универсальное, свойство Мирового океана.

Удельная кинетическая энергия вихрей, изменяющаяся в широких пределах, обычно существенно (в среднем на порядок величины) больше удельной кинетической энергии крупномасштабных течений, и выше она в тех районах океана, где выше удельная кинетическая энергия крупномасштабных течений. Последнее обстоятельство подводит нас к проблеме происхождения синоптических вихрей или к вопросу о том, откуда они черпают свою энергию. В настоящее время основным источником энергии вихрей можно считать «**доступную потенциальную энергию крупномасштабных течений**» (ДПЭКТ). Вспомним, во-первых, что плотность воды в океане растет с глубиной. Во-вторых, изопикнические поверхности (поверхности равной плотности) в поле крупномасштабных океанских течений наклонены в направлении, перпендикулярном к направлению течения. Из двух этих фактов следует, что любое крупномасштабное течение обладает некоторым «излишком» потенциальной энергии по сравнению с таким состоянием океана, когда все изопикнические поверхности горизонтальны. Этот излишек и есть ДПЭКТ. Черпая из нее свою энергию, вихри, таким образом, как бы стремятся уничтожить наклон изопикнических поверхностей, в то вре-

мя как вертикальный компонент крупномасштабной океанской циркуляции этот наклон поддерживает.

Довольно сложный гидродинамический анализ движений океанской воды показывает, что в океане действительно существует неустойчивость крупномасштабных течений. Произвольные возмущения, накладывающиеся на основное течение, растут и развиваются в синоптические вихри, которые в своей совокупности осуществляют горизонтальный перенос массы (плотности) в океане. Из этого следует, что если даже энергия вихрей сравнительно мала, перенос воды в направлении движения, хоть и в малой степени, все же присутствует.

ЗАЧЕМ ИЗУЧАЮТ СИНОПТИЧЕСКИЕ ВИХРИ?

Синоптические вихри играют чрезвычайно важную роль в процессах переноса и превращения энергии в океане. Без тщательного изучения их невозможно глубоко понять физику океанской циркуляции, а значит, и построить удовлетворительную физическую модель крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы. А ведь такая модель совершенно необходима для создания надежных методов долгосрочного про-

гноза погоды и климатических аномалий.

Поскольку энергия синоптических вихрей преобладает над энергией крупномасштабной океанской циркуляции, поле их и есть то реальное поле течений, которое воздействует на судно в океане. Отсюда ясно, как важна информация о вихрях для решения навигационных задач.

Распространение звука в океане («Земля и Вселенная», № 4, 1977, с. 2—9.— *Ред.*) зависит от распределения плотности воды. А плотность воды, как мы теперь знаем, во многом зависит от распределения циклонических и антициклонических океанских вихрей. Значит, и для развития акустики океана необходимо изучать синоптические вихри. Изучение вихрей важно, наконец, и для промысловой биологии. В центральных частях циклонических вихрей холодные глубинные воды поднимаются наверх, а в центральных частях антициклонов опускаются теплые поверхностные воды. Областям подъема вод, как хорошо известно, свойственна большая, по сравнению с областями опускания, биологическая продуктивность. Нет сомнения, что дальнейшие исследования океанских вихрей будут способствовать не только развитию науки об океане в целом, но и решению различных прикладных задач.



РЕЙСЫ КОРАБЛЕЙ НАУКИ

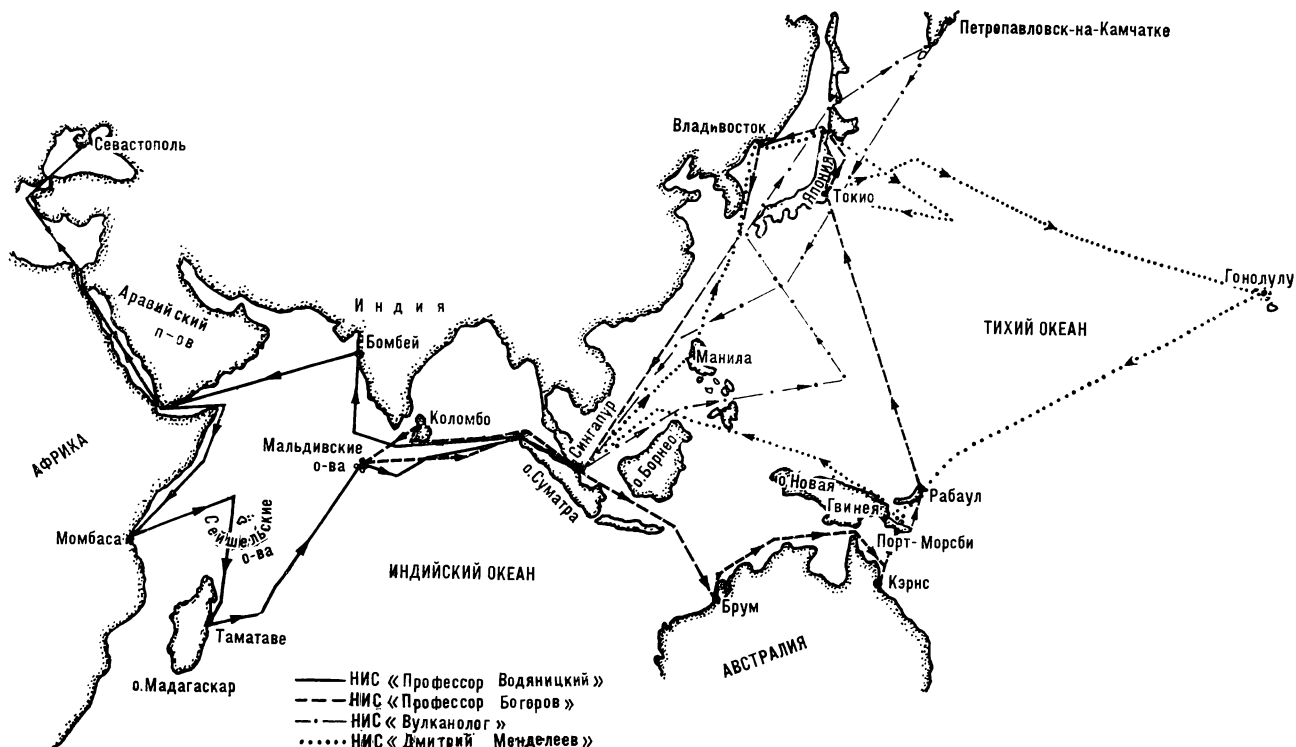
Во второй половине 1978 года суда научно-исследовательского флота Академии наук СССР и академий наук союзных республик продолжали свои экспедиции в Мировом океане. Как и ранее, они проводились по международным и национальным

проектам и программам в рамках единого координационного государственного плана.

В конце прошлого года завершились работы по советско-американскому проекту ПОЛИМОДЕ. В юго-западной части Северной Атлантики экспериментально изучались подводные океанские вихри и крупномасштабные течения. В экспедициях участвовали основные суда научно-исследовательского флота: «Академик Курчатов» и «Витязь» (Институт океанологии АН СССР), «Академик Вернадский» и «Михаил Ломоносов» (Морской гидрофизический институт АН УССР) («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 65—67; № 1, 1979, с. 36—40.— *Ред.*).

В ноябре 1978 года в Севастополь вернулся «Академик Вернадский». Экспедиция закончила гидрофизические исследования по международному проекту ДЖАЗИН. Проводились они в пограничных слоях атмосферы и океана, где происходит энергетическое взаимодействие. обмен теплом и влагой между двумя средами, турбулентное перемешивание. Экспедиция работала в районе океана, ограниченном размерами не более 5×5 морских миль, вблизи побережья Англии.

На судне «Профессор Богоров» в Индийском океане и в районе Австралии и Папуа Новой Гвинеи работали ученые Тихоокеанского института биоорганической химии (Даль



невосточный научный центр АН СССР). Здесь в конце прошлого года проводились сравнительные биохимические и химические исследования морских беспозвоночных и водорослей, обитателей коралловых рифов.

Институт биологии южных морей АН УССР во втором полугодии 1978 года организовал две морские экспедиции. С судна «Академик Ковалевский» изучались динамика вод и диффузия примесей на мелководном шельфе Средиземного моря. Такие исследования необходимы для решения теоретических и прикладных задач, например, для охраны моря от загрязнения. Во второй морской экспедиции на судне «Профессор Водяницкий» ученые института совместно с французскими коллегами проводили биологические исследования. В Индийском океане изучалось скопление планктона, перемещение кося-

ков рыб за продуктами питания. Определялись также характеристики движения и дыхания у главных видов морских рыб в различных условиях.

В ноябре прошлого года закончились комплексные исследования шельфовых областей Атлантики, прилегающих к Западной Африке. С судна «Михаил Ломоносов» их осуществляли ученые гидрофизического института АН УССР совместно с гвинейскими коллегами. Здесь изучались энергетические, биологические и минеральные ресурсы с целью их национального использования.

Экспедиция на судне «Вулканолог» в западной части Тихого океана изучала геологическую структуру зон, где проявляется подводная вулканическая деятельность типа островных дуг и окраинных морей. Ученые Института вулканологии и Тихоокеанского океанологического института (Дальневосточный научный центр АН СССР) исследовали состав продуктов отдельных центров извержений, вулканогенно-осадочный чехол подножий вулканов и океанического ложа.

Свой первый рейс в сентябре 1978 года завершило научно-исследовательское судно «Акванавт» (Институт океанологии АН СССР). Экспедиция проводила геолого-геофизические исследования в центральной части Средиземного моря. Здесь изучался характер рельефа дна и структуры рыхлых осадков в районе вулканических образований, а также физико-химические свойства пород грунта.

В Балтийском море закончились гидрофизические исследования, которые выполняло судно «Аю-Даг» (Институт термофизики и электрофизики АН ЭССР). Целью экспедиции было изучение турбулентной диффузии, тонкой структуры полей температуры и солености воды, загрязненности различных районов Балтики.

В декабре 1978 года во Владивосток вернулся «Дмитрий Менделеев» (Институт океанологии АН СССР). По международной программе в этом рейсе изучалось строение дна Тихого океана и проводились биологические исследования.

Маршруты научно-исследовательских судов в Индийском и Тихом океанах

А. И. ЧИВОВ



Доктор технических наук
Л. Я. КАНТОР
Е. Я. ЧЕХОВСКИЙ

Передача газет через спутники

НАЗЕМНЫЕ СРЕДСТВА ПЕРЕДАЧИ ГАЗЕТ

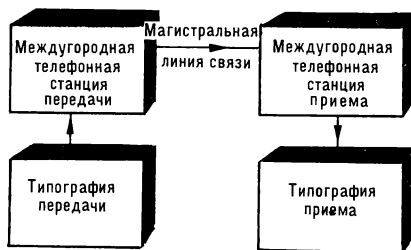
Своевременность — важнейшее условие доставки газет подписчикам. Любая задержка приводит к тому, что содержащаяся в них информация устаревает. Перевозка газет в отдаленные от центральной типографии районы — громоздкая и дорогостоящая операция, которая приводит к несвоевременной доставке газет подписчикам. Это усугубляется еще и тем, что в наиболее отдаленных восточных районах страны разница во времени с Москвой 6—10 часов.

Чтобы максимально ускорить поступление центральных газет подписчикам, в Советском Союзе создана сеть типографий, которые печатают центральные газеты на местах. В данное время в местных типографиях выпускается более 70% общего тиража центральных газет. Для тиражирования центральных газет используются газетные матрицы, отправляемые из Москвы самолетами еще до выпуска тиража в Москве.

Впервые газета «Правда» была отпечатана в Харькове в 1931 году с матрицы, доставленной самолетом. Немного позже начался регулярный выпуск центральных газет в Казани, Ленинграде, Горьком, Грозном и других городах. Доставка матриц в эти города занимала около двух-трех часов, что не приводило к большой задержке. Но когда матрицы потребовалось привезти во Владивосток, Хабаровск, это занимало уже много времени. Центральные газеты в отдаленных районах выходили с опозданием на сутки и более.

Сейчас, благодаря возросшим скоростям современных лайнеров, газет-

Искусственные спутники Земли овладели еще одной «специальностью» — передачей центральных газет в отдаленные районы Советского Союза. С 1977 года центральные газеты в Хабаровском и Приморском краях выходят в тот же день, что и в Москве.



ные матрицы даже в самые отдаленные пункты (Хабаровск, Владивосток) попадают через 8—10 часов. Такое опоздание сегодня уже неприемлемо. Поэтому на смену перевозке газетных матриц приходит скоростная передача газетных полос по каналам связи фотоэлектрическим способом. Время такой передачи газетной полосы занимает менее трех минут (всей газеты — 12 минут). Другими словами, тиражирование центральных газет в местных типографиях происходит практически одновременно с выпуском газет в Москве. Поэтому предполагается, что в ближайшем будущем децентрализованное печатание газет будет производиться только с



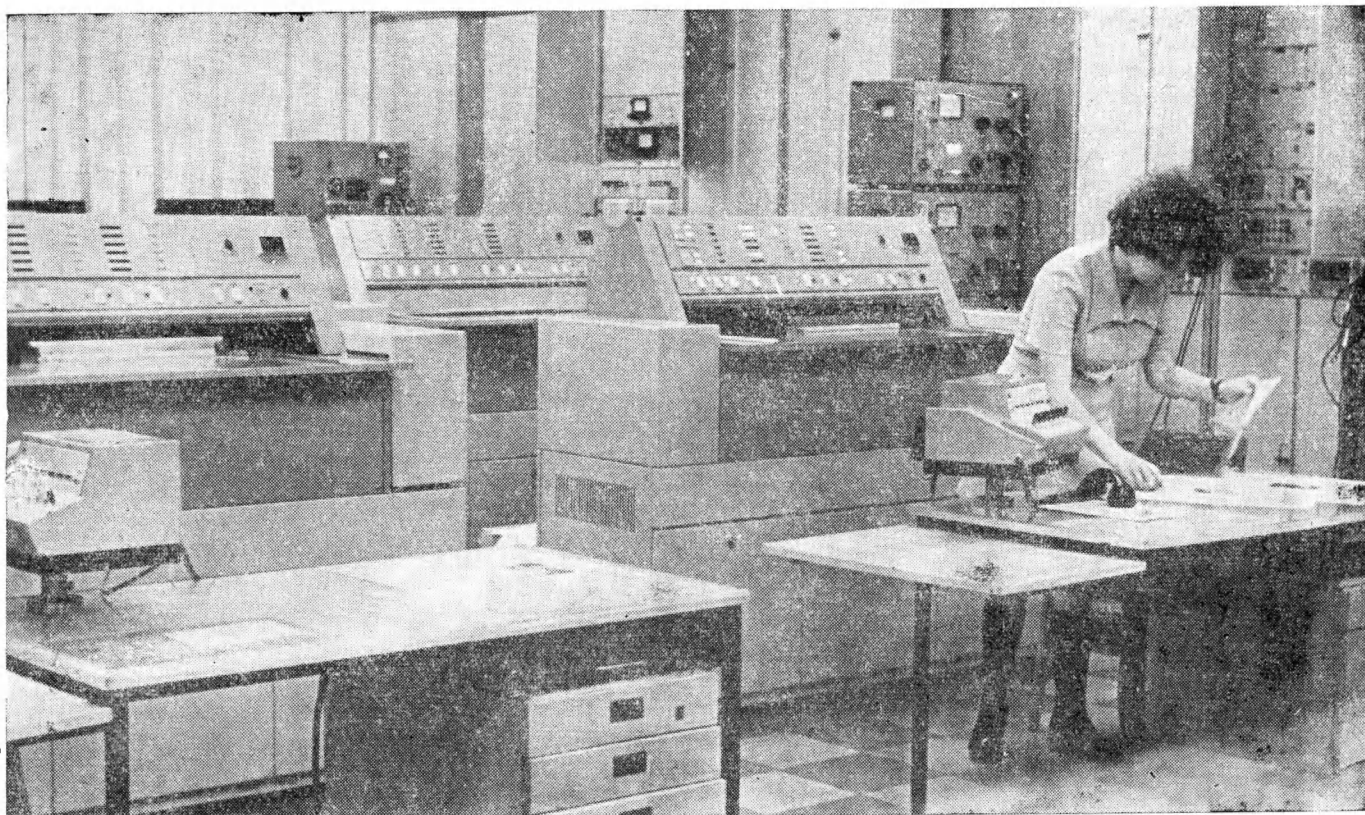
Блок-схема передачи копий газет по наземным линиям связи

фотокопий, принимаемых по каналам связи. С этой целью должна быть создана разветвленная сеть таких каналов.

КАК ПЕРЕДАЕТСЯ ГАЗЕТА ПО КАНАЛАМ СВЯЗИ?

Для передачи изображения газет по каналам связи необходимо снять электрическую копию газетной полосы. Такую копию получают следующим образом. Специально изготовленные оригиналы газетных полос, представляющие собой четкие отски этих газет, вводятся в цилиндрическую камеру разворачивающего устройства передающего фототелеграфного аппарата. Внутри камеры размещается оптическое устройство, проектирующее изображение газеты на фотоземлю, где световые сигналы преобразуются в электрические. Цилиндрическая камера движется влево и вправо, а оптическое устройство вращается. Благодаря взаимному движению камеры и оптической головки с помощью фотооптического устройства производится поэлементное считывание газеты. Сигнал на выходе фотоземли — электрическая копия газеты — имеет два уровня. Один уровень соответствует элементам белого поля газетного оригинала, другой — черным элементам буквенного текста и фотографических изображений. (Фотографические «полутонные» изображения в газетном оттиске создаются с помощью черных точек, равномерно размещенных по полю и имеющих разную величину, благодаря чему создается впечатление разной плотности изображений.)

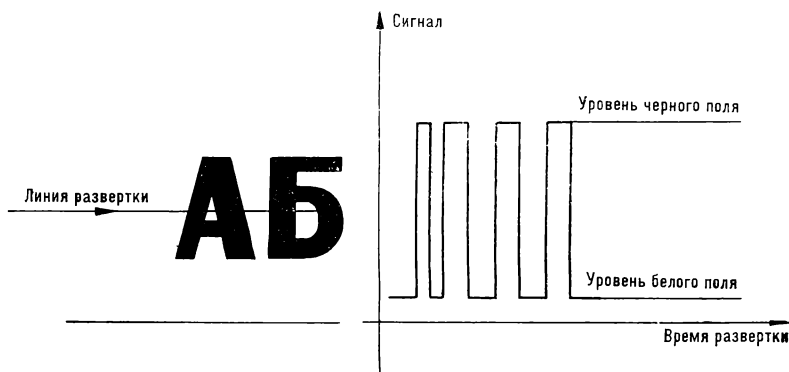
Затем сигнал изображения газетной полосы по соединительной линии



поступает на междугородную телефонную станцию для передачи в канал связи. С междугородной телефонной станции пункта приема сигнал изображения газетной полосы по соединительной линии связи поступает в типографию приема. В приемном фототелеграфном аппарате электрические сигналы преобразуются в световые, которые проектируются на светочувствительную пленку. При синхронной работе приемного и передающего фототелеграфных аппаратов на приемном фототелеграфном аппарате получают точную фотокопию передаваемой газетной полосы. Полученная копия и есть основа для изготовления печатной формы.

Для передачи газет по каналам связи используется комплекс фототелеграфного оборудования «Газета-2».

Комплекс фототелеграфного оборудования «Газета-2»



Высокая скорость, обеспечиваемая этим комплексом, позволяет за 2—3 часа передать копии десяти центральных газет (в среднем около 50 газет-



Электрическая копия газеты — сигнал, у которого один уровень соответствует элементам белого поля газетного оригинала, а другой — черным элементам текста и фотографий

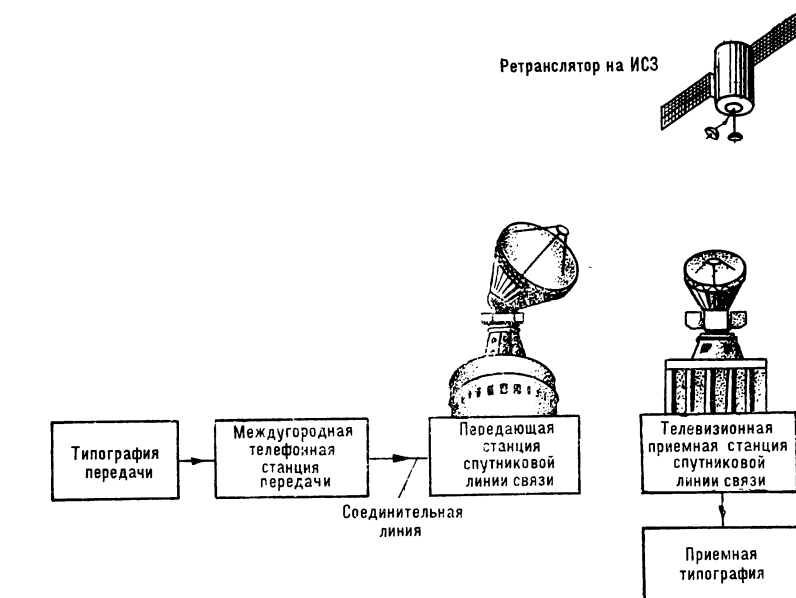
ных полос). Таким образом, применение высокоскоростной фототелеграфной аппаратуры позволяет уменьшить время передачи газет и ускорить их выпуск в местных типографиях. Но для организации канала передачи газет с высокой скоростью необходимо освободить 60 телефонных каналов, что осложняет такие передачи, особенно в отдаленные рай-

оны страны. Отметим, что передача копий газет по каналам связи по своему характеру — симплексная, циркулярная передача, то есть она ведется в одном направлении и адресована сразу большому числу приемных станций. Для такой передачи очень эффективно могут быть использованы спутниковые линии связи.

СПУТНИКОВЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ

В крупных промышленных и административных центрах, в которых имеется или может быть создана печатная база для выпуска центральных газет, как правило, уже сооружены станции «Орбита», предназначенные для приема программ центрального телевидения, а в некоторых случаях и для телефонной связи («Земля и Вселенная», № 5, 1977, с. 8—15. — Ред.). Сеть этих станций может служить основой для спутниковой системы передачи центральных газет в отдаленные районы Крайнего Севера, Дальнего Востока и Сибири, где создание наземных линий связи затруднено.

При разработке спутниковой системы передачи газет заимствуют методику передачи и оборудование, используемые в наземных линиях связи, что позволяет уменьшить объем новых разработок. Однако полностью использовать в спутниковых линиях принятый в наземных линиях связи способ передачи газет нельзя из-за специфики спутниковых линий связи. Так, например, при передаче сигналов по наземным линиям связи для уменьшения полосы частот, занимаемой этим сигналом, а следовательно, и для уменьшения требуемой для передачи газет пропускной способности канала связи применяются узкополосные амплитудные методы модуляции. В отличие от наземных, спутниковые линии связи имеют большую широкополосность. Поэтому для них предпочтительны широкополосные частотные способы модуляции, позволяющие оптимально использовать широкополосность спутниковых линий и обладающие большей защищенностью от помех, чем при амплитудной модуляции. Другая особенность спутниковых линий связи — наличие в этих линиях доплеровских



сдвигов частот, особенно значительных при использовании искусственных спутников Земли типа «Молния» на эллиптической орбите. Из-за того, что спутник все время перемещается относительно наземных станций, изменяется время распространения сигналов от передающей до приемной станции и в полученных фотокопиях мер, сдвигается начало каждой строки — происходит перекося полосы. Чтобы устранить перекося, необходимо обеспечить синхронную работу приемных и передающих фототелеграфных аппаратов. При передаче через геостационарные спутники, несмотря на некоторый дрейф их относительно наземных станций, недопустимых перекося в принятых фотокопиях газет не бывает, поэтому в спутниковых газетных каналах можно использовать такое же фототелеграфное оборудование, как и при передаче по наземным линиям связи.

Отметим, что некоторые специфические особенности спутниковых линий связи составляют их преимущество перед наземными линиями. Так, при передаче газет по наземным линиям связи в общую систему пе-

■ Структурная схема передачи газет с использованием спутниковых линий связи

редачи могут быть включены только пункты, лежащие на одной магистрали или находящиеся в непосредственной близости от этой магистрали (обычно всего 3—6 пунктов). В спутниковую систему могут входить практически любые пункты Советского Союза. В одной системе может быть 15—30 приемных станций. Преимущество спутниковых линий связи и в том, что стоимость канала связи и качество передачи не зависят от удаленности пункта приема.

В спутниковых линиях связи газеты могут передаваться несколькими способами. Так, например, может быть выделен отдельный ствол (канал), или газеты могут передаваться в существующих телефонных трактах с выделением для такой передачи 60-канальной телефонной группы, как это принято в наземных линиях связи. Указанные способы наиболее просты для технической реализации, но не оптимальны с экономической точки зрения, так как передача газет по отдельному стволу требует больших затрат на установку передающего и приемного оборудования на спутниковых станциях, а передача газет в телефонных трактах требует установки телефонного оборудования.

Мы уже говорили, что сеть спутниковых станций приема программ

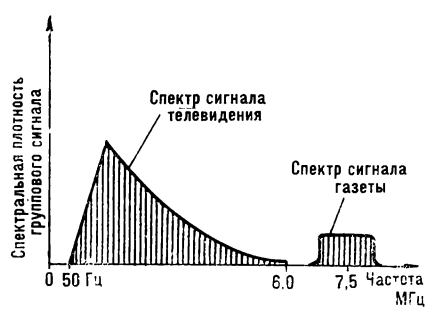
Центрального телевидения «Орбита» удачно совпадает с предполагаемой сетью пунктов приема центральных газет, поэтому интересно рассмотреть возможность передачи центральных газет в телевизионном тракте искусственного спутника Земли.

Реальность передачи по телевизионному тракту газет вместо сигналов телевидения не вызывает сомнения, так как пропускная способность телевизионного тракта намного превышает пропускную способность, необходимую для передачи газет. Но это потребует перерыва в работе телевидения на 4—5 часов в сутки, что, очевидно, неприемлемо. Время передачи газет по тракту телевидения можно значительно уменьшить за счет одновременной трансляции нескольких сигналов изображения газет (пропускная способность телевизионного тракта позволяет передавать одновременно до 20 газетных сигналов). В этом случае время передачи всех газет займет не более 15—20 минут и газеты можно было бы передавать в специально организованные паузы телевизионного вещания. Однако такой способ требует увеличения объема фототелеграфного оборудования и оборудования наземных соединительных линий связи, что мешает его реализовать.

Так как пропускная способность канала передачи сигналов газет во много раз меньше пропускной способности телевизионного тракта, представляется возможным сигналы изображения газет передавать вместе с сигналом телевидения за счет уплотнения этих сигналов в общем тракте передачи.

Основная задача, которую приходится решать при разработке аппаратуры уплотнения телевизионного тракта дополнительным каналом передачи газет, — это поиск наилучшего способа уплотнения каналов, гарантирующего минимальные помехи передатчикам телевидения.

Существует несколько способов уплотнения телевизионного тракта спутниковой системы связи каналом передачи газет. С точки зрения технической реализации наиболее простым представляется уплотнение сигналов



телевидения и газеты по частоте. Спектр сигнала телевидения занимает область частот от 50 Гц до 6 МГц, спектр сигнала изображения газеты — от 312 кГц до 552 кГц. Для объединения таких сигналов в общем тракте необходимо один из сигналов преобразовать так, чтобы спектры этих сигналов занимали неперекрывающиеся области частот, и тогда на приемной стороне с помощью фильтров эти сигналы можно снова разделить. Как это осуществить?

Выше спектра сигнала телевидения размещается специальная частота, называемая поднесущей, которая моделируется исходным сигналом газет. При передаче на такой частоте сигналы телевидения и газеты совмещаются уже на входе спутникового тракта, поэтому для передачи газет не требуются отдельные передатчик и приемники. Дополнительное оборудование устанавливается только на передающей станции да на тех, которые принимают газеты. На остальных станциях телевизионной сети комплекс оборудования никаких изменений не претерпевает. Поэтому организация канала передачи газеты по телевизионному тракту проще и дешевле.

В данное время по спутниковой линии связи в Хабаровск ежедневно передаются 12 центральных газет. Причем, полученные в Хабаровске фотокопии газет служат основой для выпуска тиража центральных газет не только в самом Хабаровске. По копиям газет в хабаровской типографии изготавливаются матрицы практиче-

ски для всех типографий Хабаровского и Приморского краев. В 1978 году введена в действие новая линия Москва — Иркутск.

Таким образом, спутниковая линия связи обеспечивает выпуск центральных газет в наиболее отдаленных районах страны в один день с выходом этих газет в Москве. Предполагается, что в дальнейшем сеть станций приема газет через спутники связи будет быстро расширяться.

Изложенный вариант передачи газет через спутниковые линии связи позволяет освободить 60 каналов для телефонных переговоров и, что еще более важно, передать газеты в отдаленные и труднодоступные районы страны, куда наземные линии передачи газет не организованы. Кроме того, спутниковые широкополосные линии связи могут решить и другие задачи, например внедрение офсетного способа печати, позволяющего значительно улучшить качество газет. Сейчас разрабатывается и к 1980 году будет внедрена на спутниковых линиях связи аппаратура передачи газет в цифровой форме. В спутниковой цифровой системе связи для передачи газет выделяют каналы большой пропускной способности, что позволит организовать сразу несколько циркулярных каналов для передачи газет при офсетном способе печати.

Состояние спутниковых средств связи сегодня позволяет создавать системы с простыми и дешевыми приемными станциями. Пример такой системы — система «Экран» для приема программ Центрального телевидения («Земля и Вселенная», № 1, 1978, с. 27—31.—Ред.).

Аналогичная система может быть создана и для передачи газет. Ее приемные станции смогут размещаться непосредственно в типографиях, что существенно упрощает весь процесс передачи газет.



Такой вид имеют электрические сигналы при передаче изображения газеты одновременно с сигналами телевидения



НОВЫЕ ДАННЫЕ О ДЕЙМОСЕ

В начале октября 1977 года орбита американского аппарата «Викинг-2» была скорректирована так, чтобы он смог осуществить серию последовательных сближений с внешним естественным спутником Марса Деймосом до расстояний менее 1000 км. Начиная с 5 октября через каждые 5 дней «Викинг-2» регулярно сближался с Деймосом. 15 октября минимальное расстояние от поверхности Деймоса было 26 км.

Из анализа снимков, полученных «Маринером-9» с разрешением до 100 м, был сделан вывод, что в отличие от Фобоса поверхность Деймоса покрыта светлыми пятнами неправильной формы и выглядит более гладкой. Объяснить повышенную сглаженность рельефа Деймоса не представлялось возможным, тем более, что плотность кратеров диаметром свыше 500 м на спутниках Марса примерно одинакова.

Изображения, полученные «Викингом-2» в октябре 1977 года с разрешением до одного метра, дали ответ на этот вопрос. По-видимому, светлые пятна образованы выбросами мелкозернистого материала, почти заполнившего многие мелкие кратеры и создавшего впечатление сглаженной поверхности.

Альbedo светлых пятен выше, чем окружающих участков поверхности, но по другим признакам можно судить об одинаковой структуре материала светлых пятен и остальной поверхности Деймоса. Видимо, это тот же мелкозернистый реголит.

На снимках обнаружены также многочисленные обособленные блоки или глыбы примерно одного размера — около 10 м. На Деймосе та-

кие детали рельефа встречаются чаще, чем на Фобосе. Если каменные глыбы и светлые пятна — продукты выброса, то удивительно, почему их так много на таком маленьком спутнике и почему процесс, приведший к их возникновению, протекал более эффективно на Деймосе, чем на Фобосе. Возможно, что близость Фобоса к Марсу способствует удалению материала выбросов.

На снимках с высоким разрешением найдены новые, доселе неизвестные и пока что не объясненные особенности рельефа Деймоса. Это — полосы или шлейфы, тянущиеся от некоторых элементов рельефа типа глыб или валов кратеров. Возможно, шлейфы сформированы скоплением мелкозернистого материала, продуктов выбросов. Они напоминают некоторые формы лунного рельефа, однако имеется расхождение в деталях.

На новых снимках Деймоса не обнаружены борозды, столь характерные для поверхности Фобоса («Земля и Вселенная», № 5, 1978, с. 57.— *Ред.*). Недавно П. Томас и другие, проанализировав распределение, морфологию и относительный возраст борозд на Фобосе, пришли к выводу, что в виде борозд на поверхности проявляются разломы, связанные с образованием Стикни — крупнейшего на Фобосе кратера. Они сделали вывод, что глобальный характер борозд и их возраст несовместимы с гипотезой их приливного происхождения, предложенной С. Сотером и А. Харрисом в 1977 году.

Возможно, борозд на Деймосе нет потому, что там нет достаточно больших кратеров. Действительно, пока что на Деймосе не найдены кратеры размером, превышающим 3 км. Депрессия в южной полусфере, судя по ее строению, не является кратером, но она может служить свидетельством того, что Деймос представляет собой фрагмент, некогда отделившийся от более крупного небесного тела.

Размеры Деймоса по данным «Викинга-2» несколько больше, чем по данным «Маринера-9». В частности, объем Деймоса от 1200 до 1500 км³, а не 1000 км³. Следовательно, сред-

нее геометрическое альbedo Деймоса нужно уменьшить на 20% и считать его равным 0,05—0,06.

«Science», 201, 4358, 1978.

РАДИОАСТРОНОМЫ ИЗМЕРЯЮТ КООРДИНАТЫ МЕРКУРИЯ

Для решения многих задач астрометрии и небесной механики необходимы точные и регулярные определения угловых координат планет. Оптическим методом измерить координаты объектов, близких к Солнцу, очень трудно — мешает рассеянный солнечный свет. Положение Меркурия, например, надежно определяется только тогда, когда планета находится на максимальном (28°) угловом расстоянии от Солнца. А нельзя ли получать координаты Меркурия радиоастрономическим методом? Такая попытка была предпринята в апреле — августе 1977 года сотрудниками Главной астрономической обсерватории АН СССР П. М. Афанасьевой и В. А. Фоминым вместе с сотрудниками Специальной астрофизической обсерватории АН СССР.

На радиотелескопе РАТАН-600 регистрировались моменты прохождения Меркурия и источников сравнения через диаграмму направленности неподвижной антенны. Источниками сравнения служили квазары, координаты которых известны с высокой точностью из радиointерферометрических измерений. Обработка данных наблюдений показала, что на волне 2,08 см прямое восхождение Меркурия определяется с точностью, приближающейся к точности оптических наблюдений. Но, в отличие от оптических, радиоастрономические координаты уверенно измеряются в любой точке орбиты и даже в непосредственной близости планеты к Солнцу. Радиоастрономы надеются, что усовершенствованные в будущем методики наблюдений и приемники радиоизлучения позволят повысить точность определения координат Меркурия на радиотелескопе РАТАН-600.

«Письма в Астрономический журнал», 4, 7, 1978.

М. А. РИМША



«Салют-6»: «Морава», «Сирена», «Беролина»

Современная наука и техника испытывают растущую потребность в новых веществах и материалах со специальными свойствами и расширенными возможностями. Возникла необходимость в создании всевозможных сплавов, полупроводниковых, магнитных и оптических материалов. Один из путей решения этой задачи — целенаправленное воздействие на состав и структуру получаемых веществ. В технологических лабораториях проводятся опыты по созданию принципиально новых материалов и изменению свойств уже существующих. Однако далеко не всегда условия этих «наземных» работ позволяют добиться нужных результатов — вмешиваются нежелательные, но, увы, неизбежные факторы. В первую очередь, — влияние силы тяжести, которая во многом определяет кристаллическую структуру получаемого вещества и его свойства. Следовательно, необходимо иметь среду с минимальными гравитационными воздействиями. Для этого специалисты-технологи перенесли лаборатории в космос.

Орбитальная станция «Салют-6» способна принять на борт достаточно сложное технологическое оборудование, предоставляя для экспериментов близкую к «идеальной» среду, недостижимую в земных условиях.

Транспортный грузовой корабль «Прогресс-1» доставил на станцию «Салют-6» автоматическую установку «Сплав-01», предназначенную для получения разнообразных **полупроводниковых** и **композиционных** материалов в условиях невесомости и глубокого вакуума. Эта установка благодаря специальному программному

Исследования по космической технологии, проведенные тремя международными экипажами, стали неотъемлемой частью экспериментов на орбитальной станции «Салют-6».

устройству обеспечивает в заданные интервалы времени нагрев, выдержку при необходимой температуре и охлаждение помещенных в нее веществ — основу будущего материала.

2 марта 1978 года произошло событие, положившее начало принципиально новому этапу развития программы «Интеркосмос». В этот день приступил к работам в космосе первый международный экипаж («Земля и Вселенная», № 5, 1978, с. 17—23.— Ред.). В обширной программе деятельности космонавтов Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко, А. А. Губарева и В. Ремек на орбитальном научном комплексе «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28» значительное место занимал подготовленный советскими и чехословацкими специалистами технологический эксперимент **«Морава»**. Цель его — изучение процессов роста кристаллов и направленной кристаллизации смеси хлористого свинца с хлористым серебром и хлористой медью, бромида ртути, а также тройного соединения германий — сурьма — сера. Эти материалы обладают ценными оптическими свойствами, могут использоваться и в микроэлектронике. Весьма вероятно, что их «космическое происхождение» скорректирует эти свойства в желательном для нас направлении. Специалисты Института физики твердого тела

Чехословацкой академии наук и ряда советских организаций совместно разработали методику проведения эксперимента. Чехословацкие коллеги выбрали и подготовили исходные материалы и изготовили для них кварцевые ампулы и металлические капсулы. Перед доставкой капсул с ампулами на борт корабля «Союз-28» аналогичные им опытные экземпляры были подвергнуты всесторонним испытаниям на Земле — тряске на вибростенде, ударным нагрузкам до 100 г, нагреву, имитирующему ход эксперимента. И лишь успешно сдав эти «экзамены», эксперимент «Морава» получил путевку в космос.

На второй день пребывания на станции «Салют-6» чехословацкий космонавт В. Ремек поместил капсулу с исходным веществом в электроннагревательную камеру установки «Сплав-01». Была включена печь, и эксперимент начался. Во время эксперимента капсула остается неподвижной, а конструкция печи обеспечивает заданное распределение температуры по всей длине капсулы. Происходит нагрев и расплавление, а затем направленная кристаллизация вещества в режиме регулируемого охлаждения. При этом максимальный нагрев в эксперименте «Морава» достигал 500 °С. Весь рабочий цикл составлял двое суток. Для повышения «чистоты» эксперимента в наиболее ответственные периоды кристаллизации на космическом комплексе включались все системы и механизмы, вызывающие колебания станции. С этой же целью сводились к минимуму даже перемещения космонавтов.

Однако это была только космиче-



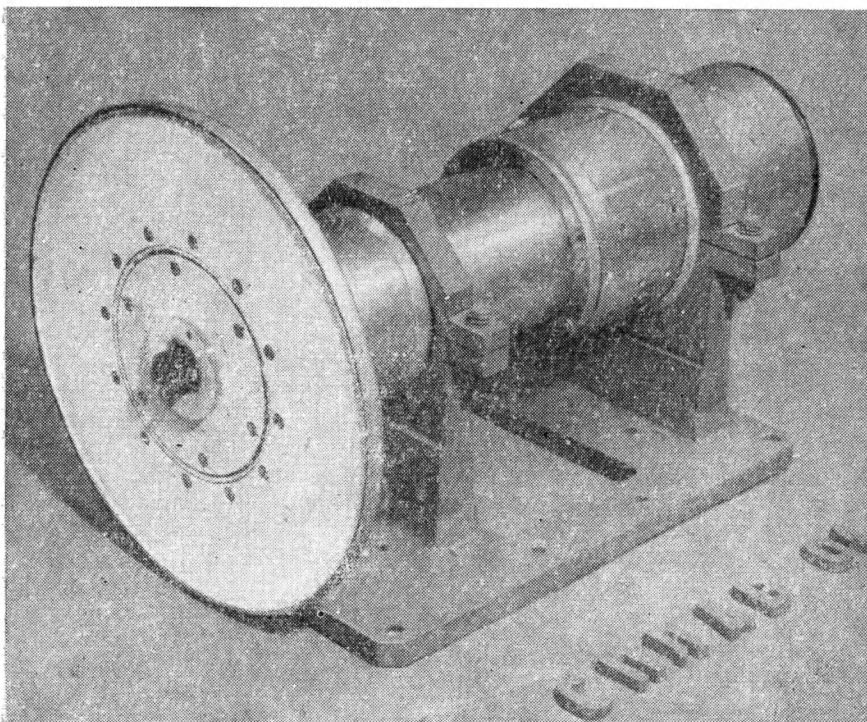
ская часть эксперимента «Морав». Одновременно в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина специалисты СССР и ЧССР провели наземную часть эксперимента. Она своей сути обратна «космической». Если в первом случае нужно было свести к минимуму силу земного тяготения, то здесь с помощью центрифуги исследовались рост и направленное затвердевание кристаллических материалов при различных перегрузках. Располагая ампулу с исходным веществом вдоль и перпендикулярно вектору углового ускорения, сравнивали структуру и свойства материалов, полученных при различных взаиморасположениях направления перегрузки с осью кристаллизации.

Сопоставление результатов всего комплекса эксперимента «Морав» помогло определить зависимость свойств материалов от гравитационных условий их получения и выработать рекомендации по созданию перспективных технологических соединений.

Наземный эксперимент на центрифуге был осуществлен на установке «Кристалл», работающей по методу направленной кристаллизации. Однако в отличие от «Сплава-01» процесс здесь происходит в условиях фиксированного теплового поля, а изменение зон нагрева достигается перемещением ампулы с материалом, ко-

■
Пульт управления установкой «Сплав-01»

■
Электронагревательная камера установки «Сплав-01»



торое осуществляется механически в соответствии с требуемой программой. Проведение этого эксперимента облегчалось тем, что для работы аппаратуры «Кристалл» наличие вакуума не обязательно.

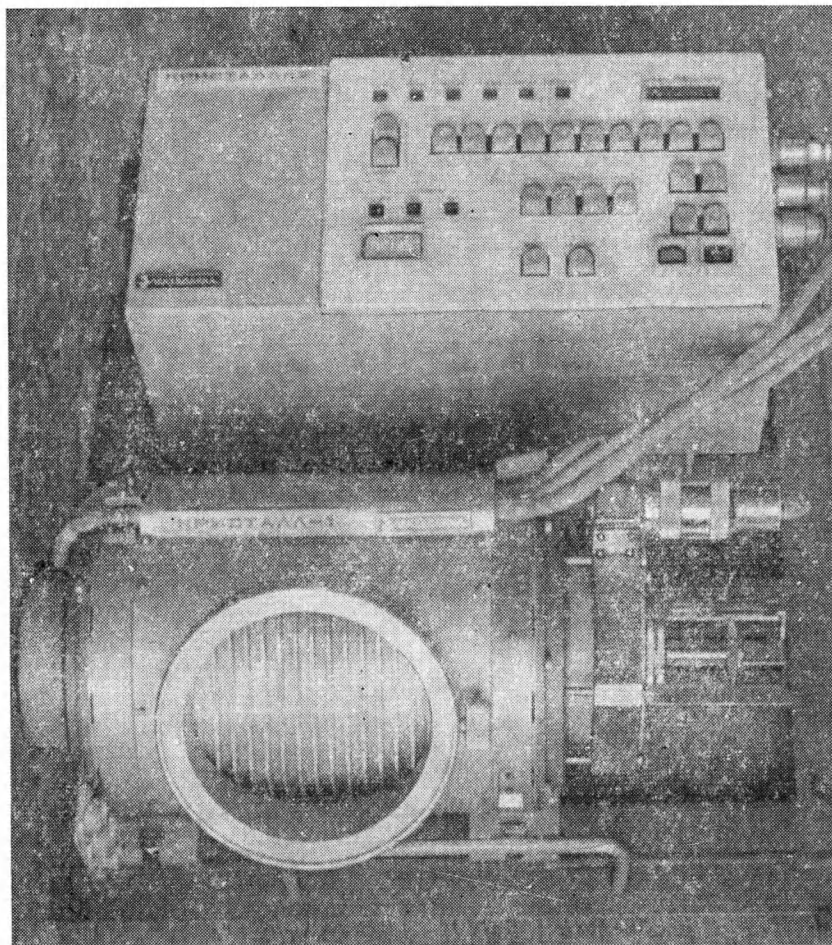
В июне 1978 года космический экземпляр этой аппаратуры был доставлен на «Салют-6» грузовым транспортным кораблем «Прогресс-2».

28 июня 1978 года на борту станции «Салют-6» начал работу второй международный экипаж в составе В. В. Коваленка, А. С. Иванченкова, П. И. Климука и М. Гермашевского. Для этого экипажа специалистами Института физики Польской академии наук и их советскими коллегами был подготовлен эксперимент «Сирена», основу которого составляло изучение процесса направленной кристаллизации тройных полупроводников ртуть — кадмий — теллур и ртуть — кадмий — селен. Оба вида полупроводников в настоящее время считаются одними из лучших детекторов инфракрасного излучения. Интересна и возможность их применения в лазерных устройствах. Химические элементы, составляющие эти полупроводники, существенно отличаются друг от друга атомными весами, и процессы конвекции (следствие силы тяжести) затрудняют получение однородных материалов с совершенной кристаллической структурой. Эти «земные» дефекты, как предполагают, будут значительно уменьшены в космическом пространстве. На борту станции материалы были получены при различных технологических режимах в установке «Сплав-01».

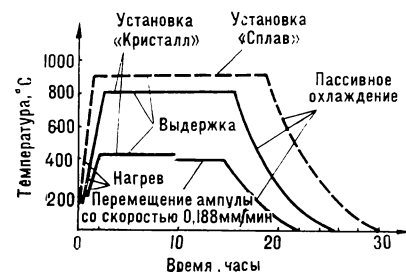
В аппаратуре «Кристалл» в условиях невесомости удалось вырастить трехкомпонентный полупроводник из свинцового соединения свинец — селен — теллур, широко применяемый в инфракрасной лазерной технике.

Описанные выше вещества в течение ряда лет исследуются в Институте физики Польской академии наук. Их земные прототипы уже достаточно хорошо изучены в условиях земного тяготения.

Работа в космосе третьего международного экипажа в составе В. В. Коваленка, А. С. Иванченкова, В. Ф. Быковского и З. Йена определила



очередной этап международных исследований в области космической технологии. Университет имени Гумбольдта и Институт электроники Академии наук ГДР в союзе с советскими учреждениями стали авторами серии космических экспериментов «Беролина». Эти эксперименты также были осуществлены на установках «Сплав-01» и «Кристалл». Наличие на борту станции двух установок, работающих по различным принципам, позволит, в частности, сравнить полученные в них кристаллы полупроводниковых соединений висмут — сурьма и свинец — теллур. Ну и, конечно же, технологический эксперимент «Беролина» был бы неполным без традиционного для ГДР материала — стекла. Перенос процесса получения стекла в космос связан прежде всего с потребностями современных оптиче-



Установка «Кристалл»

Типовая циклограмма проведения экспериментов на установках «Сплав-01» и «Кристалл». Температура нагрева и продолжительность экспериментов зависят от исходных материалов

ских приборов в стеклах со специальными свойствами. Их можно достичь, лишь получив стекла сложного состава. Причем сложность химического состава таких стекол обуславливает сложность их изготовления. Отдельные компоненты стекла по-разному ведут себя в процессе выплавки, вследствие чего в стекле образуются неоднородности, резко снижающие его качество. Оптическое стекло с известной степенью однородности, полученное на Земле, подвергалось в установке «Сплав-01» повторной плавке. Послеполетные исследования характеристик полученного «вторичного» стекла должны существенно обогатить технологию его изготовления.

Следует отметить, что крайне насыщенная научная программа за время пребывания на станции космонавтов ЧССР, ПНР, ГДР не позволила им самим выполнить все подготовленные технологические эксперименты. Эксперименты «Морава», «Сирена» и «Беролина» завершили советские ко-

смонавты. По возвращении на Землю ампулы с полученными материалами были переданы авторам экспериментов.

На Земле предстоят многоэтапные и всесторонние исследования полученных образцов. Вначале их фотографируют с помощью рентгеновских установок прямо в контейнерах, в которых они были доставлены. Затем наступает очередь кристаллографических, кристаллохимических и физических исследований. Причем, сначала ведутся исследования неразрушенных образцов, а затем наступает пора изучения образцов деструктивными методами: полученные экспериментальные материалы дробятся на отдельные части. Все это требует достаточно длительного времени и большого труда исследователей.

Сейчас результаты экспериментов «Морава», «Сирена» и «Беролина» обрабатываются и анализируются. Но уже можно сказать, что подтверждается предположение о существенном отличии материалов, полученных в ус-

ловиях невесомости, от их земных прототипов. Так, в ампулах, переданных чехословацким ученым, образцы по форме отличаются от «традиционной» удлинённой капли, отвечающей требованиям минимальной поверхности. Кроме того, в различных ампулах кристаллизация шла по различным кристаллографическим осям. По сообщениям авторов эксперимента «Сирена», скорость роста кристаллов в космосе была значительно выше, чем в земных условиях, а влияние температурных режимов на размеры выращиваемых кристаллов и вид их поверхности было очень велико.

Экспериментами «Морава», «Сирена» и «Беролина» начались практические исследования по космической технологии, ведущиеся по программе «Интеркосмос». Несомненно, что их успешное проведение и полученные результаты станут хорошим стимулом для расширения и углубления сотрудничества ученых и специалистов братских стран в этой области.



ПРИРОДА ГАММА-ВСПЛЕСКОВ :

В 1973 году аппаратура спутников «Вела» зарегистрировала короткие (длительностью от 0,1 до десятков секунд) вспышки космического гамма-излучения («Земля и Вселенная», № 1, 1974, с. 55.— *Ред.*). Вопрос об

их природе до сих пор остается открытым. Неясно даже, находятся ли источники гамма-всплесков в Галактике или Метагалактике. Предложено несколько способов решения этого вопроса. Например, изучается распределение числа вспышек в зависимости от их интенсивности. График этого распределения имеет различный вид для галактических и метагалактических гамма-всплесков.

Е. П. Мазец, С. В. Голенецкий, Р. Л. Аптекарь, В. Н. Ильинский и В. Н. Панов построили график распределения числа вспышек на основе экспериментальных данных, полученных спутниками «Вела». Оказалось, что график не согласуется ни с гипотезой галактического происхождения, ни с гипотезой метагалактического происхождения гамма-всплесков. Исследователи считают, что сравнивая теоретические

кривые с экспериментальными данными, нужно учитывать селекцию наблюдений, обусловленную способом регистрации гамма-всплесков. Аппаратуре спутников «Вела» было труднее обнаружить длительные слабые вспышки, чем короткие, обладающие той же энергией. Поэтому какая-то часть длительных вспышек оказалась незарегистрированной. Если учесть это обстоятельство, то результаты наблюдений со спутников «Вела», а также с «Космоса-461» и «Метеора» лучше соответствуют гипотезе галактической природы гамма-всплесков.

«Письма в *Астрономический журнал*», 4, 8, 1978.



ДЕНЬ, КОГДА ПОГИБНЕТ ЛОС-АНДЖЕЛЕС

«Внимание жителей Лос-Анджелеса! Дни вашего города сочтены! Землетрясение необычайной силы разрушит Лос-Анджелес. То, что останется, будет разрушено огнем...» Это — слова из книги «Эффект Юпитера», вышедшей в ряде зарубежных стран. Книгу написали американцы — астрофизик Д. Гриббин и астроном и геолог С. Плейджмен. Что же побудило их выступить со столь неожиданными предсказаниями?

Авторы основывают их на следующих двух соображениях. Они считают, что в 1980—1982 годах планеты Солнечной системы займут редкое для них взаимное положение — они постепенно выстроятся в одну линию и в мае 1982 года некоторое время будут находиться по одну сторону от нашего светила. Суммарное, направленное в одну сторону гравитационное воздействие планет (и в первую очередь гиганта Юпитера по мнению авторов, должно привести к резкому усилению солнечной активности, которая, в свою очередь, вызовет катастрофические явления в земной коре. В частности, в сейсмически опасных районах произойдут землетрясения. Калифорния — один из таких районов, да к тому же и самая населенная зона из числа «опасных».

Земная кора состоит примерно из 20 гигантских фрагментов — литосферных плит. Они медленно передвигаются относительно друг друга, и на их стыках наиболее заметно проявляются тектонические силы. К границе двух литосферных плит как раз и приурочен кусок суши, где расположен Лос-Анджелес. Гра-

ница эта проходит вдоль крупного разрывного нарушения земной коры — сброса Сан-Андреас. Тихоокеанская плита движется в этом районе на север, а рядом с ней, но только в южном направлении, перемещается Атлантическая плита. При движении плиты трутся края, а иногда цепляются и тормозятся, причем тормозится лишь зацепившийся участок плиты. На нем быстро возрастает напряжение и происходит своего рода «рывок» в направлении движения плиты. Подобные «рывки» неизбежно вызывают колебания в заторможенной зоне. Так случилось, например, 18 апреля 1906 года в районе Сан-Франциско, когда резкий сдвиг вызвал сильное землетрясение. За 40 секунд город превратился в груду развалин.

В силу названных причин район Калифорнии, где расположен Лос-Анджелес, постоянно находится под угрозой сильного сейсмического удара. Авторы книги «Эффект Юпитера» убеждены, что вмешательство внешних космических факторов усугубит ситуацию в этом, и без того беспокойном, районе. Однако Гриббин и Плейджмен не стали утруждать себя какими бы то ни было расчетами или хотя бы более скрупулезным подбором фактического материала.

Расчеты сделали астрономы и геофизики. Во-первых, они опровергли утверждение о том, что планеты «выстраиваются в шеренгу» периодически, в среднем каждые 179 лет. На самом деле время от времени происходят сближения планет (они группируются в секторе Солнечной системы с углом раствора около 100°), но такие сближения, по-видимому, не обнаруживают никакой периодичности («Земля и Вселенная», № 2, 1977, с. 23—29. — *Ред.*). Во-вторых, расчеты показали, что величина приливных сил, вызываемых гравитационными силами планет, ничтожно мала и не может угрожать стабильности земной коры.

Таким образом, главная причина катаклизмов, происходящих в оболочке Земли, таится в недрах нашей планеты.

Но прогнозирование землетрясений — очень трудная задача. И хотя сам по себе механизм землетрясений не является уже недоступной тайной, многое в «подземной погоде» остается пока неясным («Земля и Вселенная», № 6, 1978, с. 6—24. — *Ред.*).

В. Ф. РОЩАХОВСКИЙ

ИСКУССТВЕННОЕ СВЕЧЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

11 сентября 1975 года в районе Волгограда был проведен эксперимент «Зарница-2». Ускорителем, установленным на ракете, на высоте более 100 км инжектировались пучки электронов (энергия электронов в пучке 9,3 кэВ), которые вызвали свечение атмосферных газов вблизи ракеты.

Для наблюдения оптических эффектов инжекции использовалась высокочувствительная телевизионная аппаратура на борту самолета-лаборатории Як-40. Наблюдения проводились через бортовой иллюминатор. Изображение с экрана монитора телевизионной установки фотографировалось кинокамерой с частотой съемки 4 кадра в секунду. Чувствительность телевизионной камеры с входным объективом «Юпитер-3» позволяла наблюдать звезды до 9-й звездной величины.

Н. И. Дзюбенко, Н. А. Леонов, Г. П. Малиневский (Киевский государственный университет) проанализировали данные об интенсивности свечения при полете ракеты на высоте 109—127 км. Определяя блеск околоракетного свечения, они обнаружили его локальное возрастание спустя 103—105 секунд после начала инжекции пучков. Через 10 секунд это возрастание достигло максимума, а затем уменьшилось. Оно составило на этом участке 0,5 звездной величины, что соответствует изменению потока излучения примерно в 1,5 раза. Такое возрастание интенсивности свечения атмосферных газов авторы связывают с влиянием ионосферного спорадического слоя E_s, сквозь который проходила ракета.

«Геомагнетизм и аэрономия», 1. 1979.



Кандидат геолого-минералогических наук
А. Е. СУЗЮМОВ

Островные дуги в Океании

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ

С тех пор как в 50-х годах в океанах открыли систему срединных хребтов, опоясывающих всю Землю, а в начале 60-х установили, что для океанов характерно специфическое полосчатое (чередование положительных и отрицательных полос магнитных аномалий) магнитное поле («Земля и Вселенная», 1975, № 5, с. 39—44.— Ред.), не затихают споры о роли и месте горизонтальных движений в истории Земли. Вновь вспомнили о почти забытой на несколько десятилетий гипотезе дрейфа материков, которая в наиболее полном виде была сформулирована в 1927 году немецким геофизиком А. Вегенером. В начале 60-х годов появились две гипотезы, изменившие многие представления в геологии,— гипотеза о **раздвижении дна океана**, предложенная Г. Хессом и Р. Дитцем, и гипотеза о **происхождении линейных магнитных аномалий** в океане Ф. Вайна и Д. Метьюза. Вайн и Метьюз построили модель океанической коры, состоящей из отдельных блоков, которая объяснила чередование положительных и отрицательных полос магнитных аномалий. Они предположили, что каждый блок соответствует определенному геологическому возрасту. Эти гипотезы впоследствии подтвердились данными глубоководного бурения дна океана с борта американского научно-исследовательского судна «Гломар Челленджер» («Земля и Вселенная», № 6, 1977, с. 82; № 2, 1978, с. 45; № 3, 1978, с. 48; № 5, 1978, с. 42.— Ред.). Блоковая геомагнитная модель коры

О происхождении островных дуг и глубоководных желобов на юго-западе Тихого океана у геологов до сих пор нет единого мнения. Как возникли эти образования с точки зрения тектоники литосферных плит!

оказалась удивительно тонким инструментом, позволяющим определять, когда возник тот или иной участок океанической коры в рифтовой зоне, а также проследить путь, который прошел этот участок дна в процессе дрейфа. Сейсмологические данные и, особенно, определение характера напряжений в очагах землетрясений дали возможность судить о направлении, по которому смещаются литосферные блоки в настоящее время. Так возникла концепция **новой глобальной тектоники**, или **тектоники литосферных плит**.

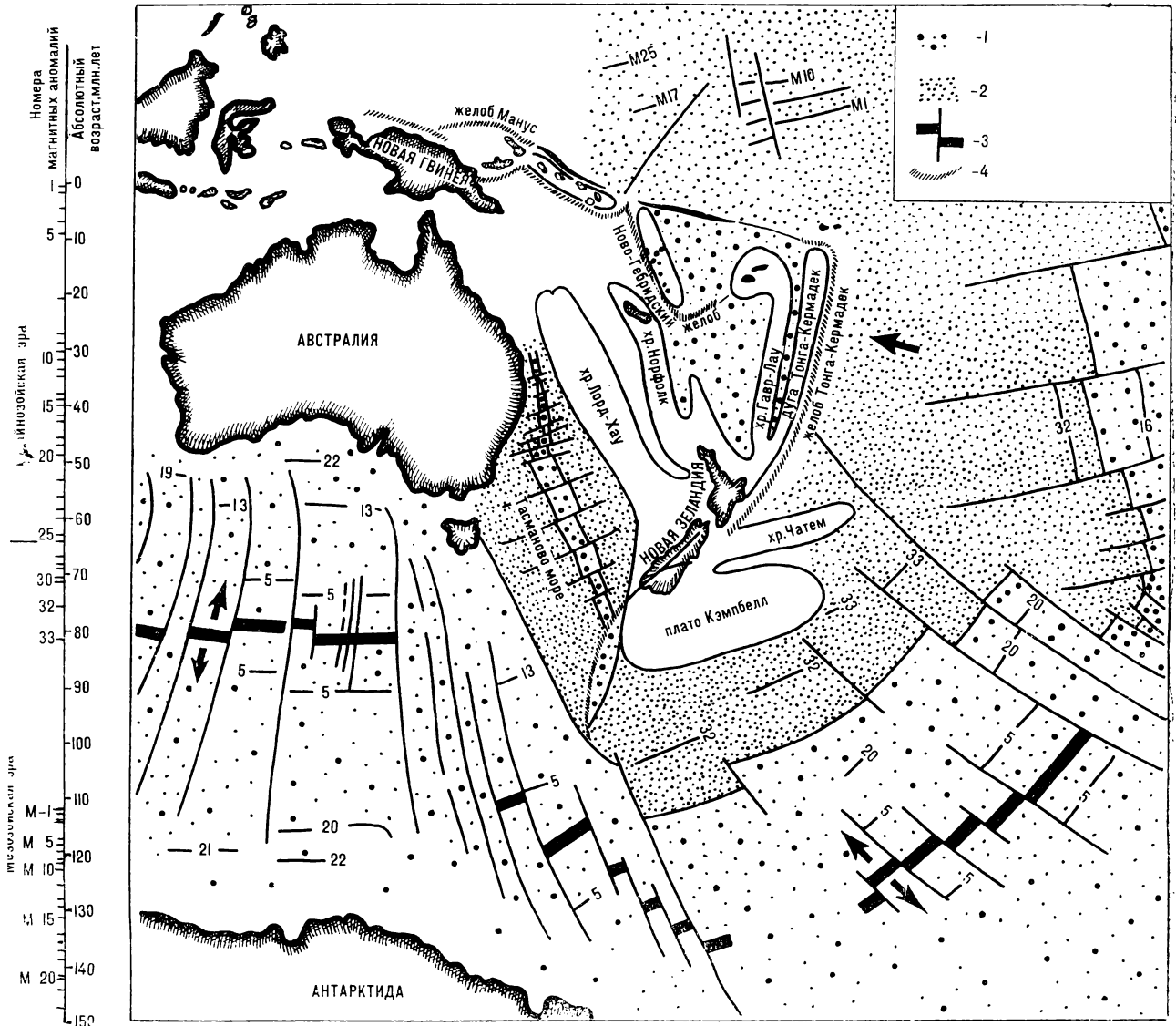
В основе ее лежит признание того факта, что Земля — динамичное космическое тело, живущее сложной внутренней жизнью. Конвекция, охватывающая ядро и мантию Земли, проявляется на поверхности в виде гигантских перемещений верхней «корки» — литосферы. В процессе этого перемещения литосфера ломается, отдельные ее участки — плиты сталкиваются друг с другом и в местах столкновений поднимаются горные сооружения или образуются цепи островных дуг и сопровождающие их впадины — глубоководные желоба. Размах вертикальных движений в островных дугах достигает колоссальных размеров, часто превышающих 10 км, но сами эти движения вызываются горизонтальным скольже-

нием плит по поверхности сравнительно маловязкого слоя — астеносферы («Земля и Вселенная», № 5, 1978, с. 36—42.— Ред.).

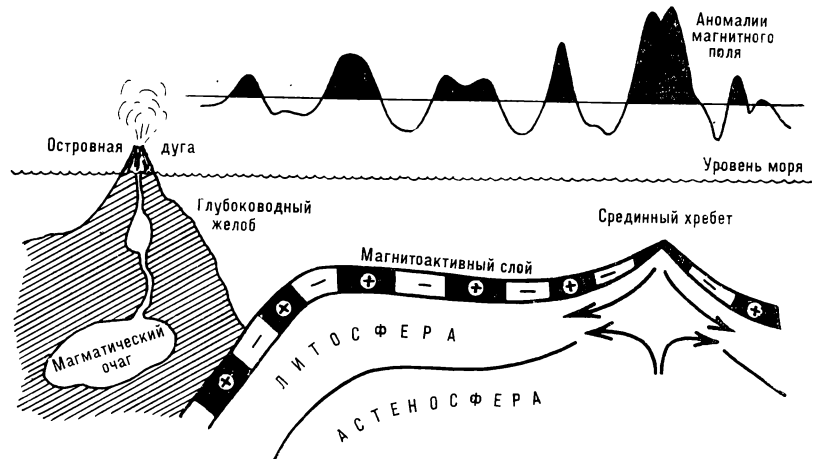
Поскольку на срединных хребтах в рифтовой зоне образуются все новые и новые порции коры, которые в процессе раздвигания, как ленты гигантского конвейера, расходятся в обе стороны от оси хребтов, эти новые поступления вещества должны где-то компенсироваться (конечно, при условии, что площадь земной поверхности в течение геологического времени остается более или менее неизменной, то есть не происходит общего расширения Земли).

Компенсация «избыточного» материала может осуществляться по-разному. Если сталкиваются две океанические плиты или океаническая плита с континентальной, то одна из океанических плит поглощается под островной дугой или активной континентальной окраиной. При столкновении же двух континентальных плит ни одна из них не может поглотиться другой и происходит скучивание материала, формируются мощные складчатые сооружения — такие, как альпийско-гималайский пояс.

Нельзя также забывать, что литосферные плиты, перемещаясь на поверхности Земли, совершают вращательное движение вокруг полюса вращения. Это обстоятельство объясняет многие интересные эффекты, известные из геологической практики. Например, напряженность складчатости растет вдоль складчатого пояса, поскольку вблизи полюса вращения линейное смещение масс значительно меньше, чем вдали от него.



Магнитные аномалии на юго-западе Тихого океана и в Австрало-Антарктической области (цифры — номера аномалий). Условные обозначения: 1 — участки коры возраста до 65 млн. лет; 2 — участки коры возраста 150—65 млн. лет; 3 — современный рифт и поперечные разломы; 4 — глубоководные желоба (зоны поддвига плит). Жирными стрелками показано направление движения плит



Схематический разрез земной коры и верхней мантии в океане. Магнитоактивный слой в верхней части коры создает магнитные аномалии

В разрезах древних складчатых сооружений геологи теперь научились распознавать фрагменты океанической коры. Они говорят о том, что горные сооружения прошли долгий путь развития, а когда-то на их месте плескались воды одного из древних океанов. В этом смысле островные дуги представляют собой прообраз будущих складчатых сооружений — первая после океана фаза преобразования океанической коры в кору континентального типа.

Наиболее контрастно островные дуги выражены, пожалуй, на юго-западе Тихого океана, в одном из наиболее сложных в геологическом отношении районов Мирового океана. Здесь глубоководные желоба многократно изменяют свое простираение, а связанные с ними островные дуги и узкие поясы землетрясений располагаются то по периферии Тихого океана, то обращаются своей выпуклой стороной к Австралийскому материку. Такой сложный «рисунок» современных островных дуг на Земле встречается довольно редко.

Геологические процессы на юго-западе Тихого океана долго были загадкой для ученых. Многие советские геологи, например, считали, что развивающийся здесь геосинклинальный процесс — процесс преобразования океанической коры в континентальную — направлен как в сторону Тихого океана, так и в сторону Австралийского материка. Совершенно иную трактовку геодинамики этого чрезвычайно интересного региона можно дать, исходя из концепции тектоники плит.

РАСПАД ГОНДВАНЫ

Согласно современным воззрениям, материки южного полушария некогда составляли единое целое — **Гондвану**, материки северного полушария объединялись в **Лавразию**. Однако за последние 100—120 млн. лет лик Земли преобразился — Лавразия и Гондвана распались. На поверхности Земли и на океаническом дне остались следы этого распада — шовные зоны, горные цепи, аномалии геофизических полей, позволяющие провести палеотектонические реконструкции.

Посмотрим на примере юго-западной части Тихого океана, каким преобразованиям подверглась земная поверхность в процессе раздвигания океанического дна. Здесь в конце мезозоя (120—80 млн. лет назад) Гондвана «доживала свои последние дни». От нее уже откололись Африка, Южная Америка и Индостанский субматерик. Едиными оставались лишь Антарктида, Австралия и Новая Зеландия. Последние 80—100 млн. лет были, пожалуй, «самыми драматическими» в жизни Гондваны.

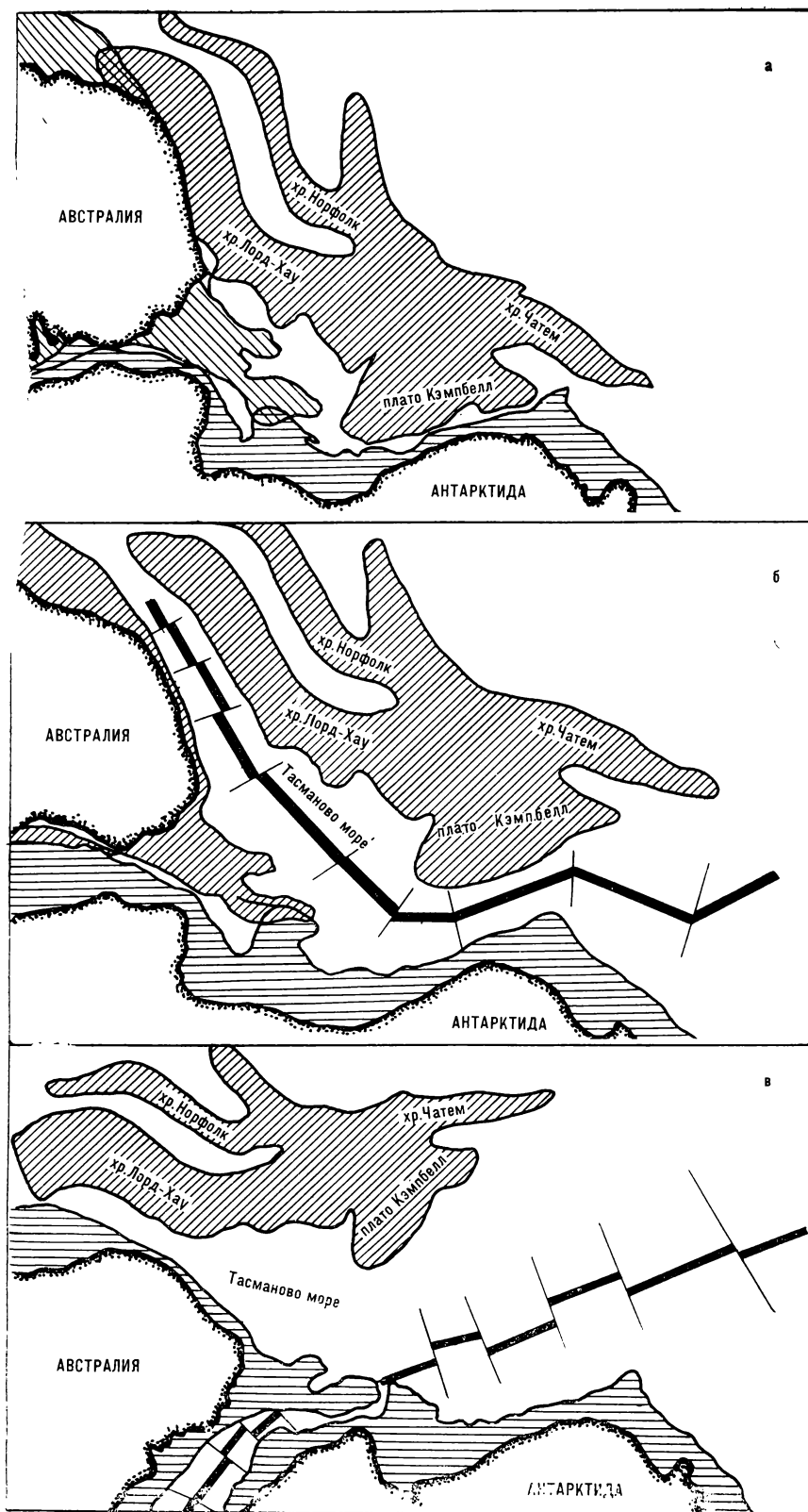
Чтобы выяснить, как развивался регион, обратимся к карте **линейных магнитных аномалий**, ведь магнитные аномалии — своего рода «застывшая» история расширения дна. В соответствии с единой геохронологической шкалой каждой аномалии присвоен определенный номер. Это — эквивалент ее возраста, то есть времени, когда в рифтовой зоне на оси срединного хребта зародилась новая порция океанической коры. Разворачивая в обратном направлении конвейер, подающий из глубин Земли новые порции материала, можно в первом приближении (относительно одного из материков, условно принятого за неподвижный) реконструировать положение материков во времени и пространстве. Эта техника уже около десятилетия применяется для глобальных палеореконокструкций, она основывается на принципах сферической геометрии и использовании мощных ЭВМ с выводом информации в виде карт в различных проекциях. Посмотрим, что же дают эти реконструкции для юго-запада Тихого океана.

В соответствии с магнитной геохронологической шкалой самые древние аномалии здесь имеют номер 33 (возраст 82 млн. лет), и лежат они к юго-востоку от Новой Зеландии, а также в Тасмановом море, между Новой Зеландией и Австралией. Между Австралией и Антарктидой аномалии моложе, номера их до 22, что соответствует возрасту до 56 млн. лет. Следовательно, дно в этой области океана образовалось позднее, чем к востоку от Австралии. В Индийском океане, к западу от Австралии, дно также более древнее. А это значит,

что Гондвана не сразу распалась на современные материки — процесс шел медленно и постепенно. В позднем мезозое Австралия, Антарктида, Новая Зеландия и подводные хребты Норфолк, Лорд-Хау, Кэмпбелл и Чатем, которые, как к фокусу, сходятся к Новой Зеландии, еще составляли последнюю неразрушенную часть Гондваны. Срединный хребет позднемезозойского периода — ось расширения дна — располагался восточнее Гондваны, а на ее восточной периферии простирались мезозойский комплекс островодужных структур (теперь это хребты Норфолк и Чатем). Там шло наращивание материковой коры «Рисунок» магнитных аномалий в юго-западе Тихого океана показывает, что в позднем мезозое произошло перестройка всей системы срединных хребтов и с этого времени начался окончательный распад Гондваны. Около 80 млн. лет назад оторвалась Новая Зеландия вместе с обрамляющими ее подводными хребтами Лорд-Хау и Чатем. Рифт распространился в область между Австралией и хребтом Лорд-Хау, и дно стало постепенно расширяться, в результате чего образовалось Тасманово море. Новая Зеландия и обрамляющие ее хребты отодвигались все дальше на север. Поскольку полюс, вокруг которого перемещалась Новая Зеландия, находился близко к хребту Кэмпбелл, хребты южного обрамления Новой Зеландии весьма значительно повернулись за короткое время (более чем на 60° против часовой стрелки). След этого вращения на поверхности Земли — гигантский Альпийский разлом, который представлял собой границу скольжения плит, протянувшуюся вдоль всего Южного острова Новой Зеландии.

Около 60 млн. лет назад рифт Тасманова моря неожиданно прекратил свое существование и начал образовываться океанический бассейн между Австралией и Антарктидой. Потребовалось по крайней мере 2 млн. лет, чтобы 58 млн. лет назад эти два материка утратили сухопутные связи вдоль большей части своих побережий.

Именно в тот период, когда разделились эти два материка, в океанической литосфере к востоку от Австра-



лии стали нарастать напряжения сжатия. С одной стороны, «конвейер», раздвигающий материки, все дальше относил Австралию к северу, с другой, — тот же «конвейер», но действующий в Тихом океане к востоку от Новой Зеландии, оказывал на нее и обрамляющие ее хребты несогласованное по направлению воздействие в северо-западном направлении. Предел прочности литосферы был превзойден и к северу от Новой Зеландии образовалась система шовных зон — островные дуги и глубоководные желоба. С этого времени на поверхности Земли появились две новые плиты — Австралийская и Западно-Тихоокеанская. Их границами служит протяженная система островных дуг, идущая от Новой Гвинеи до Новой Зеландии. Теперь становится понятно, почему одни островные дуги обращены в сторону Тихого океана, а другие — к Австралии. Они просто принадлежат разным плитам. Так во время ледохода сталкиваются льдины, поднимая одна другую, и вдоль их краев нагромождаются торосы. На краю литосферной плиты, которая в данном месте оказалась сверху, растет цепь вулканических островов, возникает островная дуга. Плита же, очутившаяся внизу, образует глубоководный желоб. Взглянув на карту рельефа дна Тихого океана, можно сказать, что в Меланезии, например, Австралийская плита поглощается Тихоокеанской, а на Новой Гвинеи, Новой Зеландии и в области дуги Тонга-Кермадек, наоборот, поглощается Западно-Тихоокеанская плита. В Новой Зеландии вдоль знаменитого Альпийского разлома система дуг вновь обращается в сторону Австралии.

■ Система распада Гондваны в позднем мезозое — кайнозое. Более 80 млн. лет назад Австралия, Новая Зеландия, Антарктида, а также горные хребты Лорд-Хау, Кэмпбелл, Чатем и Норфолк составляли единое целое (а). 80 млн. лет назад Новая Зеландия и обрамляющие ее хребты отделились от Австралии и Антарктиды и образовалось Тасманово море (б). Примерно 55 млн. лет назад Австралия отделилась от Антарктиды (в)



Кандидат физико-математических наук
Л. В. РЫХЛОВА

Что такое «координированное время»?

Разные названия времени означают лишь различные методы его определения. Само время течет независимо от способов его измерения, подобно тому как расстояние между Москвой и Ленинградом остается неизменным, хотя, выражая его в километрах или милях, мы получаем разные величины.

Время регулирует повседневную жизнь человека. Но оно еще и отражает динамические свойства материи: изучение любых движений или изменений в окружающем нас мире немыслимо без непрерывной, равномерной и достаточно точной шкалы времени. В соответствии с этим перед наукой и практикой возникают следующие задачи: во-первых, выбрать удобные и точные единицы счета времени, основанные на каком-либо стабильном периодическом природном процессе, и установить систему отсчета времени, или, как говорят иначе, **шкалу времени**; во-вторых, создать счетчики равномерного времени и аппаратуру для их сличения; в-третьих, научиться сопоставлять показания этих счетчиков с тем природным процессом, который лежит в основе той или иной шкалы времени. В статье мы рассмотрим только первую из перечисленных проблем.

ТРИ ШКАЛЫ ВРЕМЕНИ

В астрономии исторически сложились три шкалы для измерения времени. Вращением Земли вокруг оси задается **шкала всемирного времени**. Вращение Земли и смена дня и ночи определяют самую естественную единицу времени — **сутки**.

Вероятно, многим приходилось слышать слова «всемирное время», «эфемеридное время», «атомное время». Недавно появилось понятие «координированного», или, как иногда говорят, «согласованного» времени. Для чего нужно столько разных времен!

Сутки — это промежуток времени между последовательными верхними кульминациями на данном меридиане одной из трех фиксированных точек небесной сферы: точки весеннего равноденствия, центра видимого диска Солнца (истинного Солнца) либо фиктивной точки, равномерно движущейся по экватору и называемой «средним солнцем». В соответствии с этим сутки бывают звездные, истинные солнечные или средние солнечные. Начальным меридианом при всех измерениях времени с 1884 года считается меридиан Гриничской обсерватории, а среднее солнечное время на меридиане Гринича называется **всемирным временем UT (Universal Time)**. Земной шар поделен на 24 часовых пояса шириной 15° , и каждому поясу приписано время, отличающееся на целое число часов от всемирного.

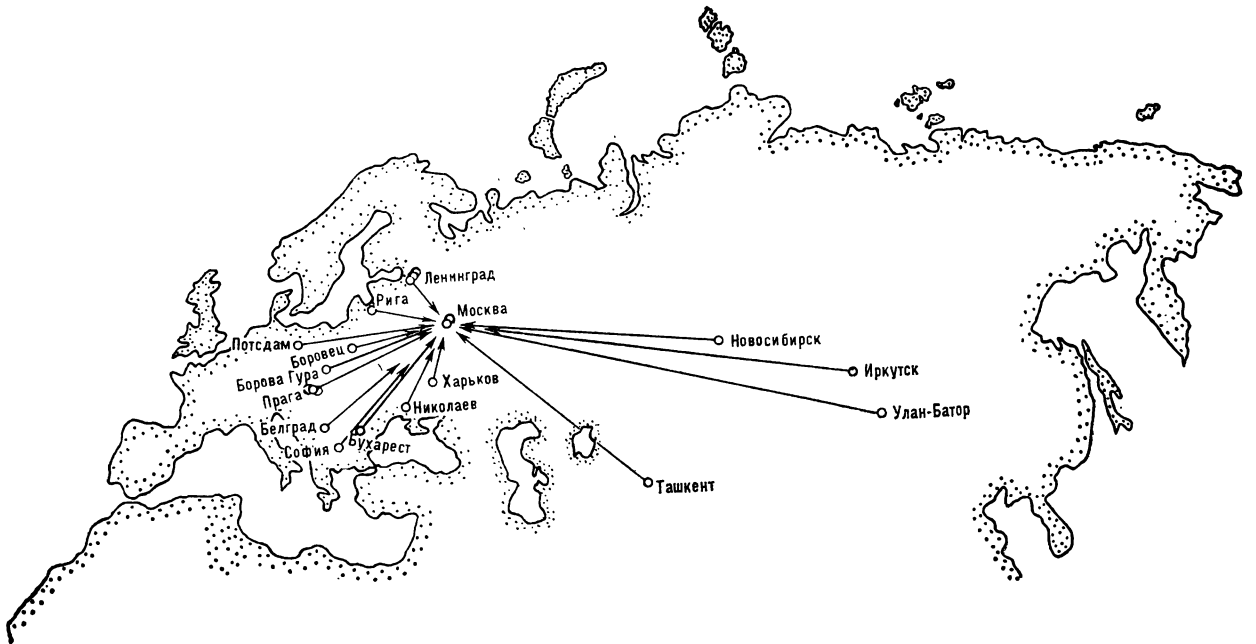
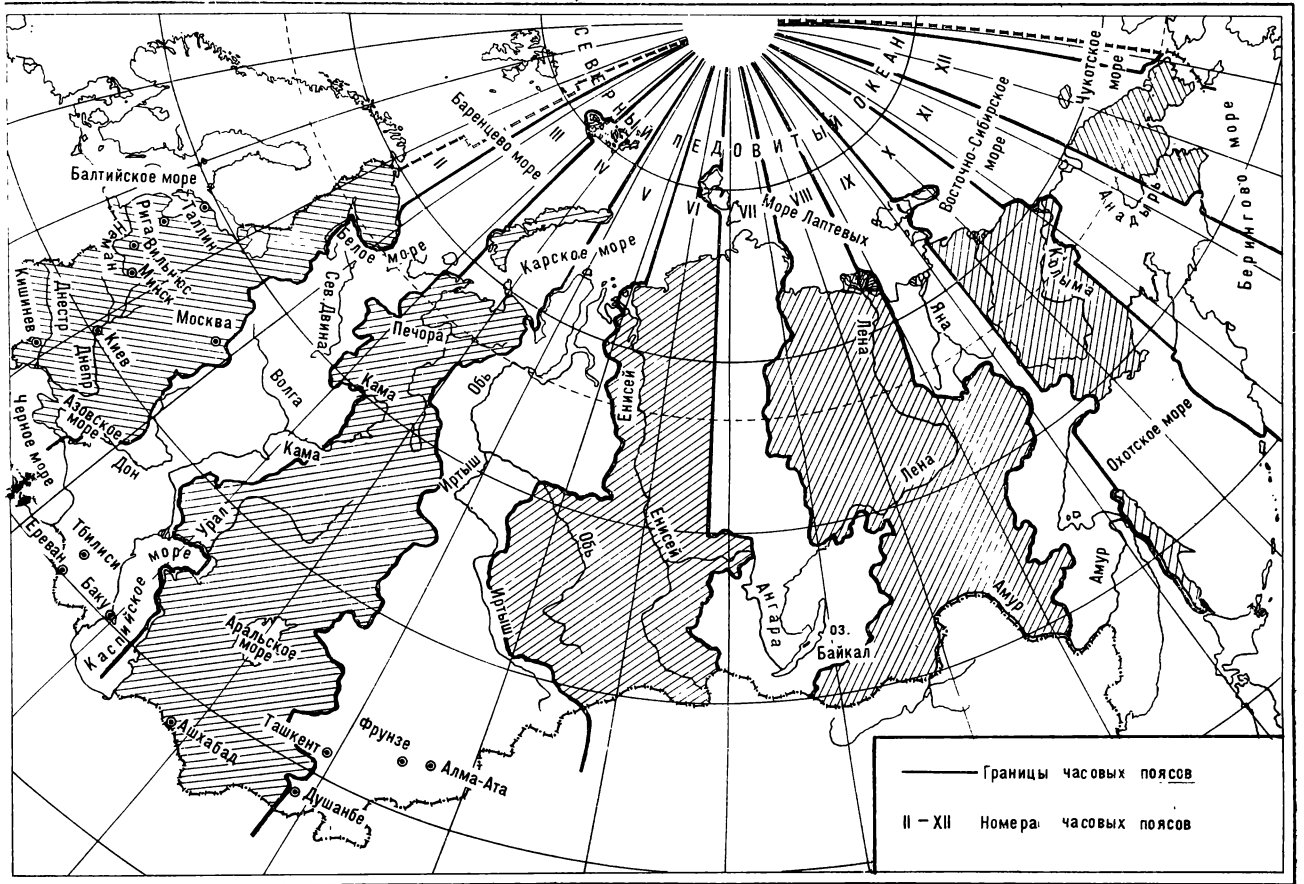
Всемирное время определяется из астрономических наблюдений, которые ведутся специальными службами на многих обсерваториях мира. Но службы времени расположены на Земле, и, следовательно, результаты их наблюдений зависят от состояния и свойств вещества земных недр, от тектонических движений, приливов, циркуляции атмосферных масс. Ины-

ми словами, продолжительность суток изменяется в зависимости от геофизических явлений, происходящих внутри, на поверхности и в атмосфере Земли. Часть этих процессов приводит к непредвиденным изменениям в положении оси вращения Земли, другие — порождают неравномерности в ее суточном вращении («Земля и Вселенная», № 3, 1971, с. 26—31.— Ред.). Если меняется положение оси вращения Земли, то меняется и положение земных полюсов, а значит, координаты точек земной поверхности. Очевидно, что эти изменения вносят «ошибку» в определяемое из астрономических наблюдений время.

Сезонные перемещения воздушных масс в атмосфере Земли повторяются из года в год более или менее регулярно. Они вызывают годовые вариации угловой скорости вращения Земли: замедление вращения весной и ускорение — в конце лета. Тормозящее действие лунных и солнечных приливов приводит к вековым за-

■
Границы часовых поясов на территории Советского Союза

■
В создании Шкалы всемирного времени Государственной службы времени и частоты СССР участвует 21 служба времени Советского Союза и социалистических стран. Результаты наблюдений этих служб времени обрабатываются во Всесоюзном научно-исследовательском институте физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ), расположенном в поселке Менделеево Солнечногорского района Московской области



медленню вращения Земли. Нерегулярные, или случайные, флуктуации скорости вращения пока не получили четкой физической интерпретации.

В зависимости от того, какие процессы, влияющие на шкалу всемирного времени, учитываются при ее построении, различаются три системы всемирного времени:

UT0 — всемирное время, полученное непосредственно из астрономических наблюдений. Оно не универсально, поскольку зависит от положения обсерватории на поверхности Земли;

UT1 — всемирное время, в которое внесены поправки, связанные с изменением долгот обсерваторий вследствие движения полюсов;

UT2 — всемирное время, в котором учтены также сезонные вариации в скорости вращения Земли. Они вычисляются на основании исследований, выполненных в предыдущие годы. Поэтому время UT2 называют предварительным равномерным или квазиравномерным. UT2 — наиболее возможное приближение к равномерной шкале времени, которое можно получить из наблюдений суточного движения звезд.

Данных какой-нибудь одной службы времени еще недостаточно для определения шкалы всемирного времени, поскольку эти данные сильно искажены ошибками самих астрономических наблюдений. Нужно срочно сравнить материалы служб времени, привести их к единой системе и осреднить. В нашей стране эта работа возложена на Всесоюзный научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений Комитета стандартов при Совете Министров СССР. Шкала всемирного времени Государственной службы времени и частоты СССР создается на основе результатов наблюдений 21 службы времени (в том числе девяти служб времени социалистических стран).

Советский Союз участвует и в работе Международного бюро времени, образованного в 1920 году в Париже. В начале своей деятельности бюро использовало результаты наблюдений всего восьми служб времени, а в 1976 году шкала UT1 была

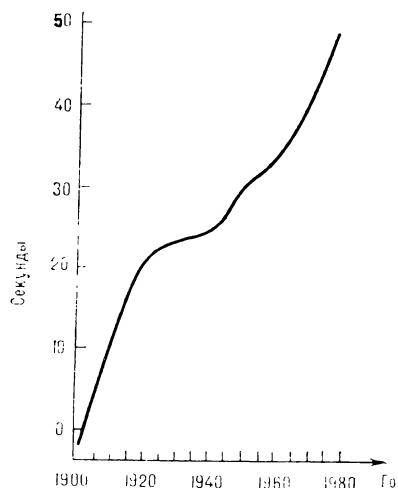
определена по материалам наблюдений на 82 астрономических инструментах более 50 служб времени. Шкала всемирного времени СССР практически совпадает со шкалой UT1 Международного бюро времени.

Шкалу времени UT2 можно считать достаточно равномерной на протяжении года или нескольких лет. Но через несколько десятилетий ее равномерность будет нарушена вследствие медленных вековых и нерегулярных изменений в скорости вращения Земли. Поэтому шкала всемирного времени непригодна для построения теорий движения планет и их спутников. В уравнения движения небесных тел как независимый аргумент входит **эфемеридное время** ET (Ephemeris Time). Это — равномерно текущее время ньютоновой механики.

Шкала эфемеридного времени задается орбитальным движением тел Солнечной системы. Основная единица измерения эфемеридного времени — **тропический год** в фундаментальную эпоху 1900, январь 0, 12 ч, то есть промежуток времени между последовательными прохождениями центра истинного Солнца через среднюю точку весеннего равноденствия в эпоху 1900, январь 0, 12 ч. **Эфемеридная секунда** равна $1/31\,556\,925,9477$ части тропического года для начальной эпохи. **Эфемеридные сутки** содержат 86 400 эфемеридных секунд.

Эфемеридное время определяется из долготных наблюдений за движением Солнца, Луны и планет, из наблюдений покрытий звезд Луну, затмений и т. п. Эфемеридный меридиан занимает такое положение в пространстве, которое занимал бы Гриничский при условии, что Земля вращается равномерно с угловой скоростью, равной одному полному обороту за одни эфемеридные сутки. Эфемеридный меридиан отстоит от Гриничского на угловом расстоянии ET — UT.

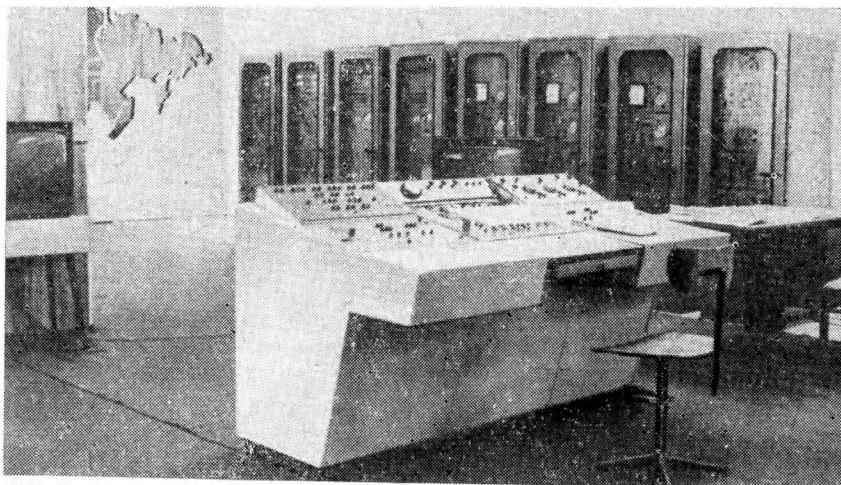
Так как предвычисленные положения небесных тел привязаны к эфемеридному времени, а наблюдаемые — к всемирному времени, сопоставление тех и других положений позволяет вычислить разность эфемеридного и всемирного времени. Различие между этими шкалами объ-



ясняется в основном вековым замедлением вращения Земли. С 1903 по 1977 год это различие достигло почти 49 с. Точные значения разности эфемеридного и всемирного времени могут быть получены лишь с большим опозданием для прошедших моментов времени.

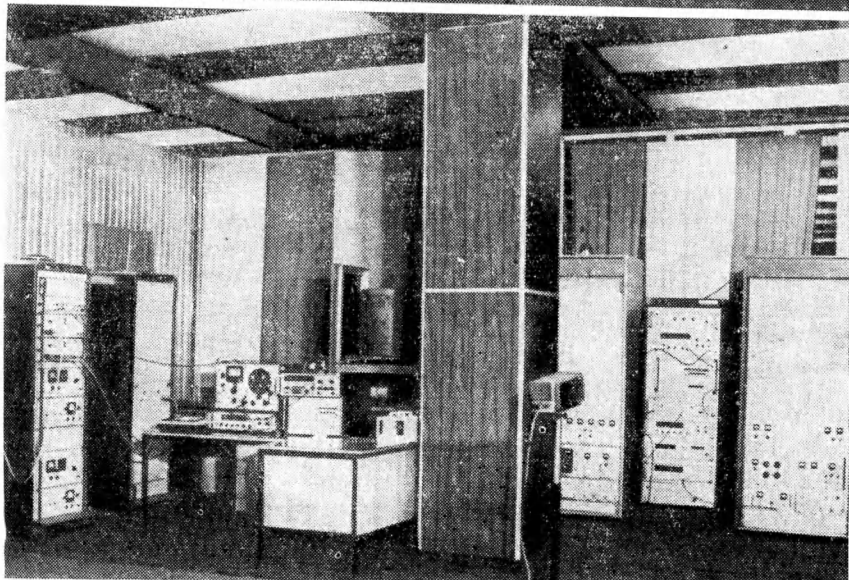
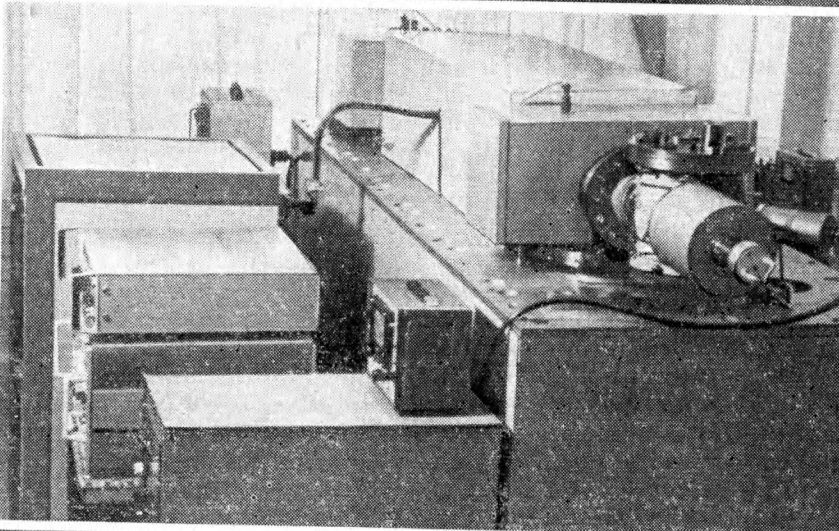
С появлением молекулярных и атомных стандартов частоты возникла принципиально новая, не зависящая от вращения Земли и движения тел Солнечной системы, физическая шкала **атомного времени** («Земля и Вселенная», № 5, 1966, с. 43—47.— Ред.). В 1967 году Международный комитет мер и весов постановил принять за единицу измерения времени в Международной системе единиц (СИ) **атомную секунду**. Она определена как «продолжительность 9 192 631 770 колебаний излучения, соответствующего резонансной частоте перехода между двумя уровнями сверхтонкой структуры основного состояния атома цезия-133, при отсутствии возмущений от внешних полей». Атомная секунда выбиралась таким образом, чтобы ее продолжительность была максимально близка к продолжительности эфемеридной. Атомная секунда соответствует эфемеридной с точностью $\pm 2 \cdot 10^{-9}$, что было установлено в результате срав-

Разность эфемеридного и всемирного времени с 1900 по 1977 год достигла почти 49 с



нения шкал эфемеридного и атомного времени на протяжении пяти лет.

Шкала атомного времени чрезвычайно стабильна, равномерна и легко воспроизводима, однако выбор секунды атомного времени условен, как и начало счета времени в атомной шкале. Если в основе шкалы времени лежит вращение Земли, то моменты событий устанавливаются по числу циклов (и долей циклов) видимого перемещения Солнца. Эти циклы отсчитываются от некоторого условного начала, например, от «рождества Христова». Шкала атомного времени также устанавливается путем подсчета числа циклических колебаний сигнала, частота которого находится в резонансе с частотой излучения определенных атомов. Различие между этими шкалами заключается в том, что периоды колебаний атомных часов несравненно короче ежедневных циклов видимого перемещения Солнца и требуют более сложных устройств для подсчета периодов. Показания же атомных часов можно снять во много тысяч раз точнее и легче, чем показания земных часов. Атомное время обычно отсчитывается от начала того года, когда атомные часы вводятся в эксплуатацию. Сейчас приняты два унифициро-



■
Аппаратный зал ВНИИФТРИ

■
Цезиевый репер частоты ВНИИФТРИ

■
Рабочие водородные эталоны частоты ВНИИФТРИ

ванных обозначения атомного времени:

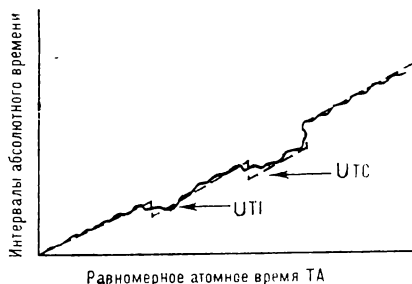
TA(i)—независимое местное атомное время, вычисленное i-той лабораторией по своим атомным часам;

TAI (Time Atomic International) — международная шкала атомного времени.

Независимые национальные шкалы или шкалы отдельных обсерваторий TA(i) появились во второй половине 50-х годов. Национальная шкала атомного времени Советского Союза TA(SU) существует с 1962 года. В основе Государственного эталона времени и частоты лежит цезиевый репер частоты, который воспроизводит единицу частоты с ошибкой менее 10^{-12} . Эталон периодически проверяется. Он отделен от группы атомных часов, выверенных так, чтобы их ход соответствовал колебаниям эталона. Эти часы и задают рабочую шкалу атомного времени. Поскольку рабочих часов несколько, исключается возможность «потери» шкалы атомного времени.

Синхронизация атомных эталонов частоты разных стран и обсерваторий осуществляется несколькими способами: по телевизионным сигналам точного времени (однако телевизионная сеть охватывает ограниченную территорию); по сигналам времени, транслируемым американской радионавигационной системой Лоран-С или системой советских радионавигационных станций; по сигналам, передаваемым искусственными спутниками Земли, которые служат ретрансляторами стандартов частоты или оборудованы собственными бортовыми часами. Наконец, атомные стандарты времени и частоты перевозят, например, самолетами. В этом случае шкалы времени двух обсерваторий можно сравнивать с ошибкой около 10^{-7} с, если стабильность перевозимого стандарта 10^{-12} и длительность транспортировки около 10^5 с.

Все это позволило создать чрезвычайно стабильную и высокоточную Международную шкалу атомного времени TAI, которая основана на постоянной секунде в системе СИ, реализованной на уровне моря. Эта шкала формируется Международным



бюро времени. Она сохраняется непрерывно с 1 января 1958 года и является опорной для синхронизации часов во всем мире, для исследования движения небесных тел и изучения неравномерности вращения Земли. Точность Международной шкалы атомного времени составляет 10^{-13} секунды СИ на уровне моря.

Первоначально Международное бюро времени строило шкалу TAI по национальным шкалам времени Великобритании, Швейцарии и США, каждая из которых основывалась не менее чем на трех атомных эталонах частоты. Позднее к созданию TAI были привлечены семь местных атомных шкал TA(i), в том числе Канады, ФРГ, Франции. С июля 1973 года Международное бюро времени вычисляет TAI, опираясь непосредственно на показания отдельных атомных часов. В 1974 году при формировании этой шкалы использовались показания 59 атомных часов, в 1975 году — показания 94 часов шестнадцати лабораторий.

КАК СОГЛАСОВАТЬ ШКАЛЫ?

Атомные часы позволили создать очень стабильную и равномерную шкалу времени. Но продолжительность суток, как мы уже говорили, меняется, поэтому ход атомных часов не совпадает с ходом земных. Расхождение между атомной и всемирной шкалами времени составляет примерно секунду в год.

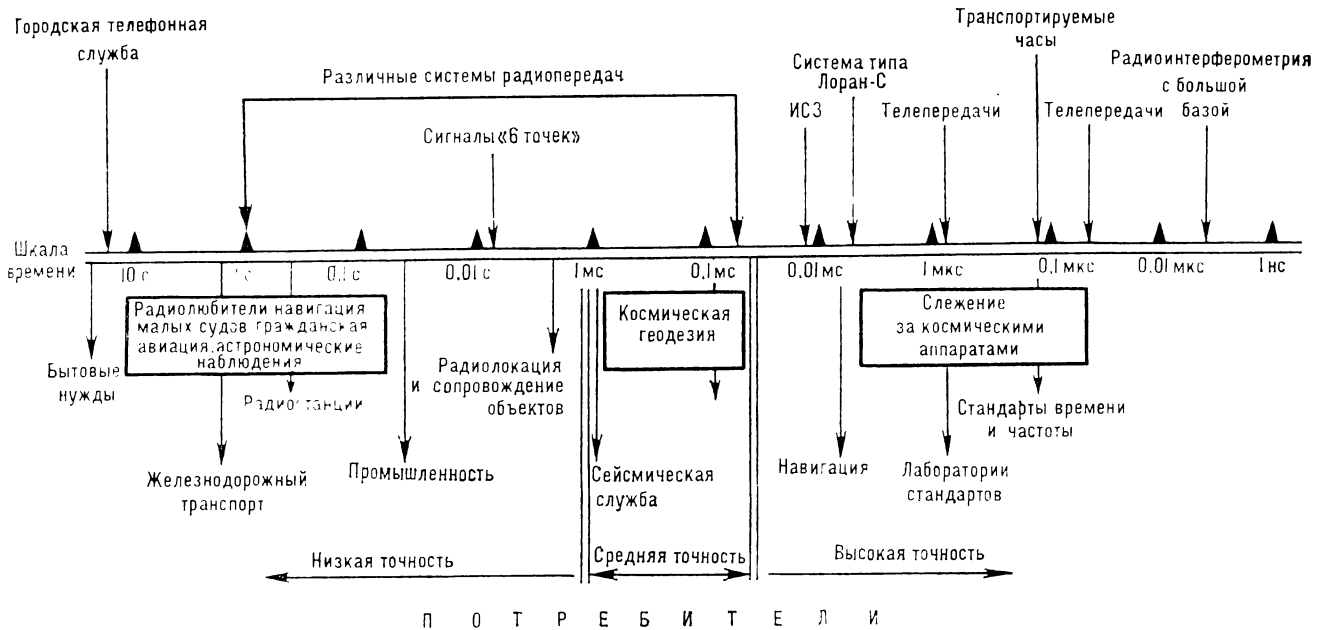
■ *Соотношение между различными шкалами времени: равномерно текущее время TA, измеряемое атомными часами, подгоняется под привычное «земное» время UT1 скачком. Этой цели служит координированная шкала времени UTC*

Аналогичная проблема существует и в календарном счете времени. Год не равен целому числу суток, но мы хотим, чтобы год «шел в ногу» с календарем. Прибавляя в високосном году один день к календарю, можно поддерживать соответствие между календарем и временами года. Для согласования физической шкалы атомного времени TAI вначале изменяли продолжительность секунды. Секунда была «резиновой», но это оказалось неудобно, поэтому была введена шкала **координированного времени** UTC (Universal Time Coordination), включающая в себя понятие «дополнительной секунды».

С 1 января 1972 года большая часть программ радиосигналов точного времени стала передаваться в шкале UTC. Началу передач предшествовало согласование шкал атомного и всемирного времени. Дело в том, что в 1971 году расхождение между ними достигло 10 с. Поэтому в конце 1971 года была проведена специальная коррекция сигналов точного времени таким образом, что по шкале всемирного координированного времени отсчет 1972 год, январь 1, 0ч 0м 0с соответствовал моменту атомного времени Международного бюро времени 1972 года, январь 1, 0ч 0м 10с. Было принято за правило, что разность между координированным временем и атомным не должна превышать 0,75—0,9с. Приблизительная величина UT1—UTC определяется заранее и сообщается всем радиостанциям, передающим сигналы времени, за месяц вперед. Когда разность UT1—UTC достигает 0,75—0,9с, Международное бюро времени объявляет о введении дополнительной секунды (положительной или отрицательной), и шкала UTC смещается точно на одну секунду. Обычно это происходит 31 декабря или 30 июня: положительная секунда начинается в 23ч 59м 60с и кончается в 0ч 0м 0с первых суток следующего месяца; если вводится отрицательная секунда, то через секунду после 23ч 59м 58с идет 0ч 0м 0с первого дня следующего месяца.

Совершенно недавно произошло еще одно изменение в международной шкале атомного времени. Мы уже

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВРЕМЕНИ



П О Т Р Е Б И Т Е Л И

говорили о том, что в ее формировании участвуют более 90 атомных часов различных лабораторий. Все эти часы серийного изготовления, по разным причинам они не могут очень хорошо «держат» номинальную частоту. В последние годы было проведено исследование атомных часов и сравнение их с метрологическими эталонами. Оказалось, что разность частоты серийных часов с метрологическими эталонами в среднем составляет $10 \cdot 10^{-13}$ с ошибкой примерно $\pm 10^{-13}$. На основании этих исследований Международный астрономический союз рекомендовал 1 января 1977 года в 0ч 0м 0с всемирного координированного времени изменить масштаб атомного времени, то есть изменить длительность единицы шкалы ТАИ — атомной секунды — на $(10 \pm 2) \cdot 10^{-13}$. Длительность единицы шкалы ТАИ была таким образом подогнана к секунде СИ.

Передаваемые радиостанциями разных стран сигналы точного времени могут иметь своей основой либо

координированное время Международного бюро времени, либо координированное время национальной шкалы.

Национальная шкала времени СССР — это шкала равномерного атомного времени, в которой начало отсчета совмещено со шкалой всемирного времени UT1 в 12 ч всемирного времени 1 января 1964 года. Размер единицы времени — секунды, воспроизводимой Государственным эталоном времени и частоты СССР, соответствует определению, которое принял в 1967 году Международный комитет мер и весов.

В шкале координированного времени СССР секунда равна атомной секунде СИ, а счет времени может меняться на 1с в 0ч 0м 0с всемирного времени так, чтобы расхождение между шкалами всемирного и координированного времени не превышало 0,75—0,9с. Шкалы координированного времени СССР и Международного бюро времени согласованы с точностью выше 10^{-3} с. Сигналы точного времени, передаваемые советскими радиостанциями, формируются на основе шкалы координированного времени СССР.

Итак, проблема создания системы счета времени, основанной на ста-

бильном природном процессе, решена. Шкала атомного времени очень стабильна и равномерна. Однако это вовсе не означает, что отпала необходимость во всемирном времени. Внедрение в практику атомных эталонов и сравнение атомного времени со всемирным дает возможность изучать тонкие особенности вращения Земли, еще не получившие геофизической интерпретации. Шкала всемирного времени нужна и при работах в космосе, для слежения и корректировки с Земли движения космических аппаратов. Астрономическое и атомное время имеют свои области применения, и необходимость обеих шкал подчеркивается введением комплексной системы передачи сигналов координированного времени по радио, удовлетворяющей потребности как в астрономическом, так и атомном времени.

Требования потребителей к точности измерения сигналов времени



Академик
А. А. МИХАЙЛОВ

Христиан Гюйгенс

(к 350-летию со дня рождения)

Триста пятьдесят лет тому назад, 14 апреля 1629 года, в Гааге, в семье известного литератора и поэта Константина Гюйгенса (голландское произношение — Хойхенс) родился второй сын, Христиан, который известен в истории науки как выдающийся математик, механик, физик и астроном. Исключительно одаренный мальчик получил под руководством отца хорошее начальное образование, изучив классические языки, географию и математику, к которой имел особую склонность. Шестнадцати лет он поступил в Лейденский университет, где изучал право, затем продолжил образование в академии в Бреда. В 1649 году Гюйгенс сопровождал графа Нассау в Данию, надеясь встретиться там с Р. Декартом. Но встреча не состоялась, так как Декарт задержался в Швеции. Гюйгенс вернулся в Гаагу. Он познакомился с учением Декарта по лекциям голландского геометра Ф. Схотена. Двадцати двух лет Гюйгенс опубликовал сочинение о квадратуре круга, эллипса и гиперболы, вызвавшее восхищение математиков. В 1655 году в Анжу он был удостоен степени доктора наук, а в 1657 году вышло в свет его исследование «О расчетах при игре в кости», в котором заложены основы теории вероятности. В 1660—1663 годах Гюйгенс несколько раз ездил во Францию и Англию, где был избран членом Лондонского королевского общества (Британской академии наук).

Еще ранее Гюйгенс вместе с братом Константином стал шлифовать линзы для телескопов и построил свои первые рефракторы. В 1662 году он изобрел двухлинзовый ахроматический окуляр, исправлявший и



CHRISTIANUS HUGENIUS

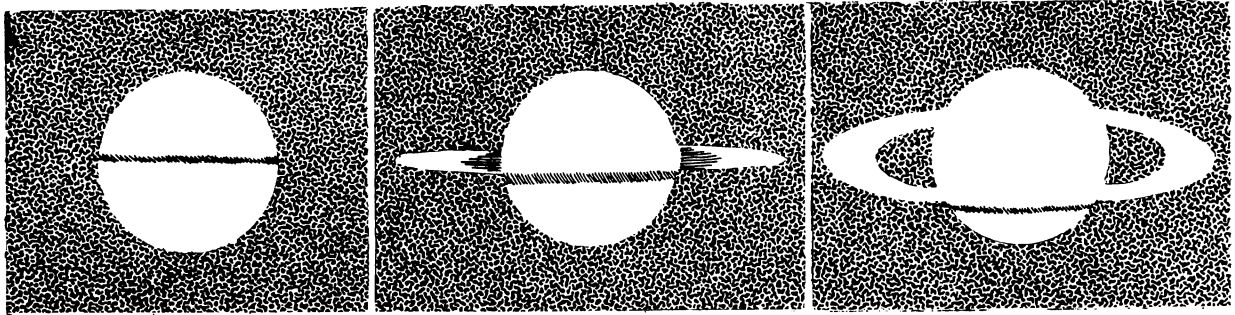
natus 14 Aprilis 1629.

denatus 8 Junii 1695.

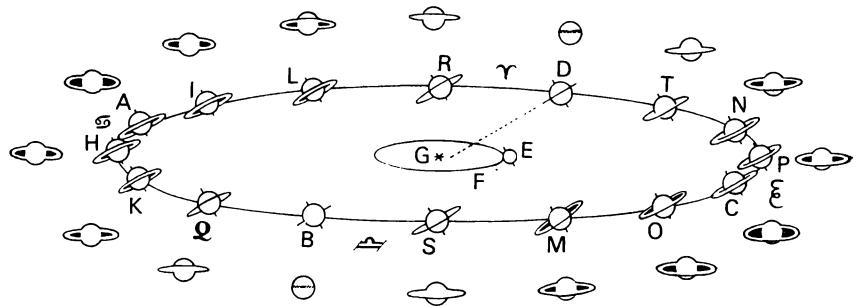
кому, и астигматизм. Окуляр носит его имя и применяется поныне.

Астрономические наблюдения Гюй-

генс проводил в телескопы с фокусным расстоянием 12 и 23 фута (1 фут = 30,5 см) и объективами диа-



метром 2,5 и 3 дюйма. В 1656 году, наблюдая Сатурн, он впервые распознал, что придатки, которые Галилей принял за два спутника, почти касающихся диска планеты, на самом деле были «ушками» окружающего Сатурн кольца. Это открытие было столь неожиданным, что Гюйгенс не решился о нем сообщить без дополнительной проверки. Но чтобы сохранить за собой приоритет, он по обычаю того времени зашифровал открытие анаграммой, собрав в алфавитном порядке все буквы латинской фразы, описывающей явление. Лишь через три года он опубликовал результаты своих наблюдений и расшифровал анаграмму, которая в переводе звучит так: «Окружен кольцом, тонким, плоским, нигде не прилегающим, к эклиптике наклоненным». Во фразе из девяти слов* содержится точное и полное описание удивительного объекта. На рисунках, опубликованных в работе Гюйгенса «Система Сатурна», изображен меняющийся вид кольца в зависимости от положения относительно Земли и Солнца, в частности, «исчезновение» кольца, когда оно поворачивается ребром к Земле. Здесь же сообщается об открытии наиболее яркого спутника Сатурна, позже названного Титаном. В этой работе Гюйгенс дал и первое описание большой светлой туманности в созвездии Ориона. Он обнаружил также вращение Марса вокруг оси и оценил его период в 24 часа. Гюйгенс первым наблюдал полярные



шапки Марса и полосы на диске Юпитера.

В те же годы Гюйгенс занимается исследованием падения тел и качания маятника. Он теоретически выводит формулу скорости движения тел по разным кривым под действием силы тяжести и особенно подробно разбирает движение по циклоиде. Еще Галилей измерял промежутки времени числом небольших колебаний маятника, но только короткие промежутки, поскольку колебания маятника быстро затухают, а при больших размахах их период становится длиннее и маятник теряет свойство изохронности. Изохронность, то есть равномерность колебаний маятника, как установил Галилей, осуществляется только при маленьких амплитудах. Для измерения длительных промежутков времени требовалось решить две задачи: поддерживать колебания, чтобы они не затухали, и достичь изохронности, чтобы период не зависел от амплитуды. С обеими задачами Гюйгенс справился весьма остроумным образом. Для устранения затухания он изобрел механизм, названный им *Horologium oscillatorium*,

то есть часы колебательные. Этот механизм при каждом колебании маятника слегка подталкивал его. В часах, изобретенных Гюйгенсом, на основной вал была намотана нить с тяжелым грузом и вращение вала передавалось через систему зубчатых колес вилке, сцепленной с маятником и подталкивающей его. Три стрелки, движущиеся по циферблату, указывали, соответственно, часы, минуты и секунды, как в нынешних часах. Гюйгенс показал, что тяжелая точка, движущаяся не по дуге окружности, как в обычном маятнике, а по дуге циклоиды, обладает свойством изохронности. Поэтому он предложил зажать нить или гибкую пружину, на которой висит маятник, между двумя щечками, имеющими форму циклоиды. Однако эта идея не привилась, так как при малых амплитудах коле-

■ Вид колец Сатурна в зависимости от положения Земли и Солнца относительно колец

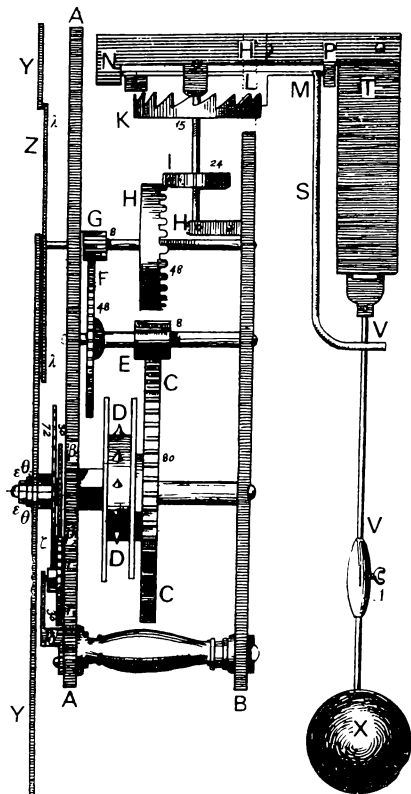
■ Фазы колец Сатурна

* В переводе — десять слов, так как в русском языке употребляется двойное отрицание «нигде не».

баний, которые теперь могли продолжаться долго, период достаточно постоянен. В июне 1657 года Гюйгенс получил патент на маятниковые часы от Генеральных штатов Нидерландов.

В большой работе, изданной в 1673 году, Гюйгенс решил вопрос о нахождении длины математического маятника, который имеет такой же период колебаний, как заданный физический маятник. Последний представляет собой тяжелое тело, закрепленное в какой-либо точке. Гюйгенс рассматривал физический маятник, состоящий из совокупности математических маятников разной длины, но с общей точкой или осью подвеса, и ввел понятие центра качаний — точки, определяющей длину математического маятника с тем же периодом колебаний. Для вычисления этой длины он получил формулу, в которой использовал понятие момента инерции, не употребляя этого термина. В том же сочинении Гюйгенс дал зависимость центробежной силы от скорости движения точки по окружности и другим кривым. Он определил форму тяжелой нити, подвешенной концами к неподвижным опорам, так называемой цепной линии.

В то время уже существовали карманные часы — «нюрнбергские яйца», в которых балансир, игравший роль маятника, подталкивался взад и вперед механизмом, и потому период колебаний балансира сильно зависел от силы толчков. Гюйгенс предложил снабдить ось балансира тонкой спиральной пружиной. Впоследствии эта идея была использована в механизме морского хронометра, изобретенного в Англии. Однако уже Гюйгенс,



особым образом подвесив свои маятниковые часы, произвел довольно успешный опыт определения с ними географических долгот во время не очень длительных путешествий на кораблях.

Позже Гюйгенс пришел к заключению, что центробежная сила, возникающая при вращении Земли вокруг оси, должна сплющивать нашу планету у полюсов. Принимая, что все точки планеты притягиваются к ее центру, он вычислил сжатие Земли $\alpha = (a-b)/a$, где a — экваториальный и b — полярный радиусы планеты, и нашел $\alpha = 1/578$. Его великий современник Ньютон, считая, что каждая точка Земли притягивает все остальные, получил $\alpha = 1/230$. Теперь мы знаем, что эти значения являются предельными, между которыми находится действительное сжатие Земли. Значение, определенное Гюйгенсом, соответствует случаю, когда

Механизм маятниковых часов Гюйгенса

вся масса Земли сосредоточена в ее центре, а значение Ньютона справедливо для вполне однородной Земли. Действительное сжатие нашей планеты, плотность которой возрастает от поверхности к центру, равно $1/298,3$.

В 1666 году министр Людовика XIV Кольбер учредил Королевскую академию наук в Париже, и Гюйгенс одним из первых получил приглашение стать ее членом. Пятнадцать плодотворных лет провел он в Париже. В 1681 году, когда во Франции усилились религиозные гонения в связи с отменой Нантского эдикта 1598 года, протестант Гюйгенс вернулся в родную Гаагу.

Во время пребывания в Париже Гюйгенс создал волновую теорию света. В отличие от корпускулярной теории Ньютона, Гюйгенс считал, что луч света (по аналогии со звуком) это — волны, распространяющиеся в гипотетической тончайшей среде — эфире, который заполняет пространство и проникает во все тела. Скорость света в первом приближении была определена в 1675 году датским астрономом О. Рёмером по наблюдениям затмений спутников Юпитера. Исходя из принципа, что каждая точка световой волны порождает новую волну, а фронт волны — огибающая всех таких вторичных волн, Гюйгенс объяснил прямолинейное распространение света и сформулировал закон отражения светового луча. Предположив, что в прозрачных средах (вода и стекло) скорость света меньше, чем в пустоте, он вывел закон преломления света, экспериментально открытый в 1621 году В. Снеллиусом в Голландии. Отдельную главу «Трактата о свете» он посвятил атмосферной рефракции. Гюйгенс установил, как искривляются лучи света, проходящие наклонно сквозь слои воздуха, плотность которого убывает с высотой. Вследствие этого эффекта небесные светила кажутся приподнятыми над горизонтом. Принимая величину рефракции на горизонте в полградуса, Гюйгенс показал, что мы видим Солнце и Луну уже взшедшими над горизонтом, тогда как они на самом деле находятся ниже горизонта.

Гюйгенс изучил двойное лучепреломление в кристаллах исландского шпата и объяснил это свойство минерала особенностью его строения, благодаря чему в кристалле скорость света различна в разных направлениях. Гюйгенс обнаружил и поляризацию света, но не нашел ей объяснения. Им подготовлена почва для открытия и объяснения интерференции и дифракции света, и если это было сделано английским физиком Т. Юнгом и французским физиком О. Френелем лишь в начале XIX века, то виной тому отчасти конкуренция со стороны корпускулярной теории Ньютона, отчасти то, что световые колебания считались продольными, а не поперечными.

В 1681—1687 годах Гюйгенс отшлифовал линзы с фокусным расстоянием от 12 до 210 футов. Самые длиннофокусные объективы он подарил Лондонскому королевскому обществу. Эти объективы использовались в «воздушных телескопах». Объектив и окуляр прикрепляли к длин-

ной штанге, которую подвешивали на блоках к высокой мачте.

Богатство идеями, изобретательность и самобытность Гюйгенса были причиной некоторой невосприимчивости к чужим открытиям и теориям. Так, он не признавал открытого Ньютоном закона всемирного тяготения в значительной степени потому, что не допускал действия на расстоянии без участия промежуточной среды.

В вышедшей посмертно в 1698 году брошюре «Космотеорос» («Созерцатель мира») Гюйгенс нарисовал план Солнечной системы и дал сравнительные размеры планет с описанием их поверхности. Здесь же он задает вопрос: «Если все в природе создано для людей, то для чего же существуют невидимые нам звезды, о которых мы узнали лишь из телескопических наблюдений?» И отвечает: «Очевидно, такие звезды созданы не для нас, а для жителей планет, которые кружат вокруг этих звезд». Исходя из положения, что звезды — это солнца, имеющие свои планетные системы,

Гюйгенс описывает воображаемые существа, которые живут на этих планетах и обладают всеми физическими свойствами и моральными качествами людей, хотя непохожи на них. По видимому, такая научная фантастика пользовалась большим успехом, так как вскоре были изданы переводы брошюры с латинского на английский, немецкий и французский языки.

Умер Гюйгенс в Гааге 66 лет отроду 8 июля 1695 года. Его справедливо причисляют к величайшим ученым, разрабатывавшим в послегалилеевский период основы современного естествознания. Диапазон работ Гюйгенса весьма широк, и изумительна глубина проникновения его мыслей в сущность многих явлений природы.

Рисунки взяты из немецкого издания трудов Х. Гюйгенса и книги А. Берри «Краткая история астрономии».

АСТРОНОМЫ ЧТУТ ПАМЯТЬ В. Г. ФЕСЕНКОВА

12 января 1979 года состоялось заседание Ученого совета Астрономического совета АН СССР и Комитета по метеоритам АН СССР, посвященное 90-летию со дня рождения выдающегося советского астронома, академика Василия Григорьевича Фесенкова (1889—1972).

В. Г. Фесенков был первым во многих организационных и научных начинаниях советских астрономов. При его непосредственном участии созданы два крупных астрономических института, успешно работающих и по сей день, — Российский астрофизический институт, в дальнейшем объединенный с Астрономо-геодезическим институтом в Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга, и Институт астрономии и физики АН КазССР, из которого выделился Астрофизический институт АН КазССР. В. Г. Фесенков организо-

вал и на протяжении многих лет был главным редактором «Астрономического журнала». В. Г. Фесенков считается одним из зачинателей астрофизического образования в нашей стране: по его инициативе в Московском университете была введена специализация по астрофизике, а затем основана кафедра астрофизики. Среди учеников В. Г. Фесенкова такие известные астрономы, как академик А. Б. Северный, член-корреспондент АН СССР Э. Р. Мустель, доктор физико-математических наук Г. Ф. Ситник, старший научный сотрудник Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга А. Л. Зельманов и др.

Но главным в жизни Василия Григорьевича всегда была научная работа. В списке его трудов свыше 600 наименований! Его интересовала вся Солнечная система в целом и каждый ее объект в отдельности — планеты, кометы, астероиды, метеориты, межпланетная пыль. Он ус-



пешно занимался вопросами атмосферной оптики, звездной космогонии, проблемой происхождения жизни во Вселенной.

Наиболее яркие стороны многогранного таланта ученого осветил в своем докладе на Ученом совете профессор Д. Я. Мартынов. Он отметил одну характерную черту Фесенкова-наблюдателя, научная деятельность которого начиналась в трудные послереволюционные годы. Наблюдения Солнца, звезд, туман-

ностей, зодиакального света Василий Григорьевич виртуозно выполнял на небольших инструментах, часто собственной конструкции. Он всегда стремился добиться цели простейшими средствами.

В. Г. Фесенков был исключительно трудолюбив. Он организовал и провел несколько экспедиций в труднодоступные районы. В 1947 году В. Г. Фесенков выехал во главе небольшой экспедиции в уссурийскую тайгу на поиски Сихотэ-алинского метеорита. В 1957 году (почти в 70-летнем возрасте!) он проводил наблюдения зодиакального света в Ливийской пустыне. Свою последнюю научную статью В. Г. Фесенков написал за полтора месяца до смерти.

С воспоминаниями о Василии Григорьевиче Фесенкове выступили его ученики — Э. Р. Мустель, Г. Ф. Ситник, А. Л. Зельманов — и ученые, работавшие с ним, — Е. Л. Кринов, Г. М. Идлис, А. Г. Масевич, А. А. Явель, И. Т. Зоткин, В. А. Броштан. На Ученый совет были приглашены вдова В. Г. Фесенкова — его друг и помощница в научных исследованиях — доктор физико-математических наук Е. В. Пясковская и дочь, кандидат философских наук Л. В. Фесенкова. Заместитель председателя Астрономического совета АН СССР А. Г. Масевич вручила им памятную медаль Астросовета «За обнаружение новых астрономических объектов».

Астрономическая общественность страны много делает для увековечивания памяти академика В. Г. Фесенкова. Об этом рассказала на Ученом совете А. И. Еремеева. Уже вышли из печати два тома избранных трудов В. Г. Фесенкова: «Солнце и Солнечная система», «Метеориты и метеорное вещество». На родине ученого, в городе Новочеркасске, установлена мемориальная доска на здании бывшего реального училища, в котором учился В. Г. Фесенков. Имя академика В. Г. Фесенкова предложено присвоить Астрофизическому институту АН КазССР.

Т. В. МАВРИНА

Кандидат геолого-минералогических наук

В. Н. ШОЛПО

К разгадкам тайн Земли

Комплексный подход к научной проблеме и кооперация ученых различных стран и различных направлений — характерные черты современного этапа развития наук о Земле. На земном шаре нет ни одной страны, на территории которой были бы представлены все типы структур земной коры, весь набор глубинных процессов, определяющих ее эволюцию. Поэтому так важно для ученых обмениваться новейшей научной информацией, совместно обсуждать спорные и трудные проблемы — связь между глубинными процессами и поверхностными геологическими явлениями, причины и движущие силы процессов, преобразующих земную кору, то есть весь тот круг вопросов, который принято сейчас называть **геодинамикой**.

В начале октября 1978 года собрался традиционный ежегодный симпозиум Межсоюзной комиссии по геодинамике. На этот раз местом международной встречи ученых стал Ленинград. Тема симпозиума — «Взаимодействие астеносферы и литосферы и его роль в тектонических процессах», а цель — обсуждение итогов восьмилетних комплексных исследований, которые проводили геологи и геофизики различных стран по международной программе «Геодинамический проект». Программа включает изучение основных закономерностей и механизмов взаимодействия процессов в земной коре с процессами в глубине верхней мантии и, в первую очередь, в астеносфере — слое пониженной вязкости, который отделяет верхнюю мантию Земли от нижней («Земля и Вселенная», № 5, 1978, с. 36—42. — Ред.). От состояния асте-

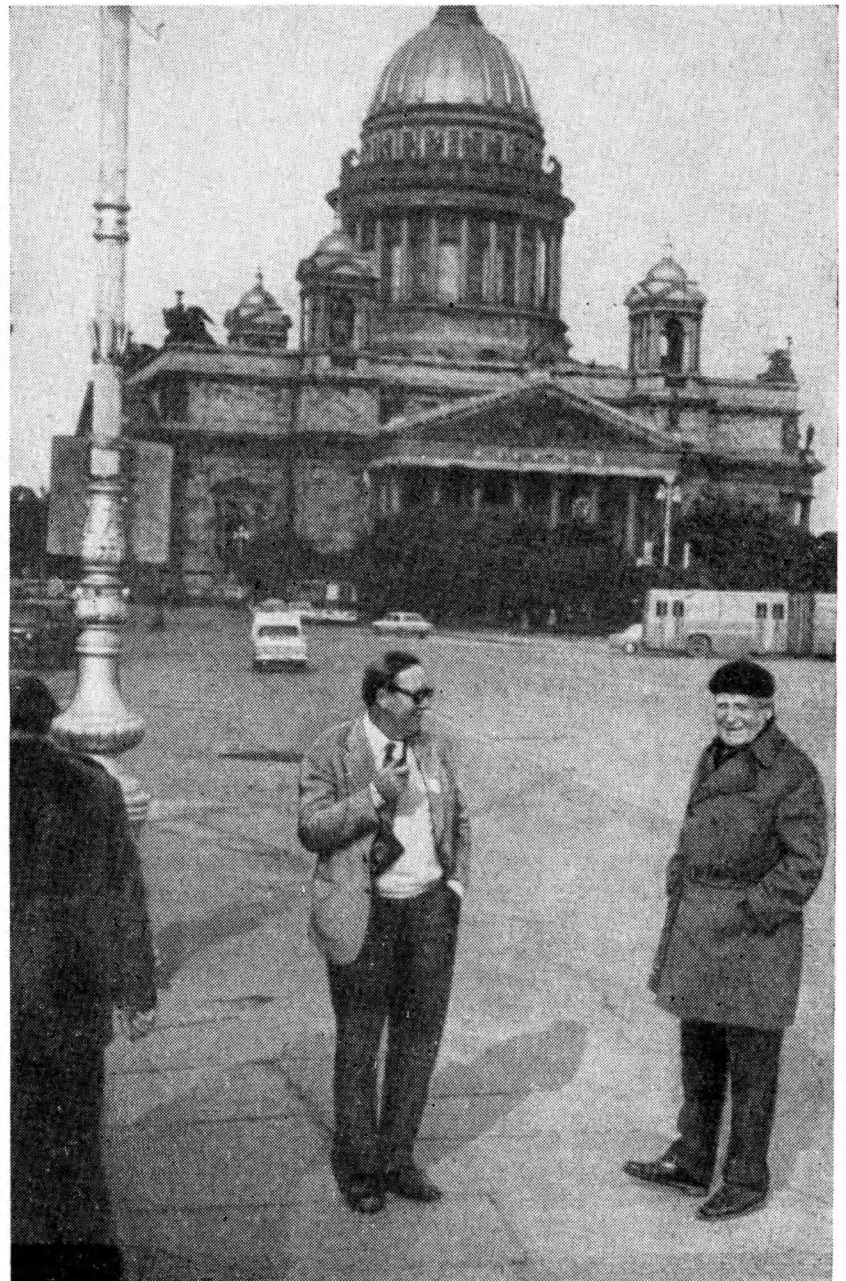
носферы зависят сейсмичность, вулканизм, медленные вертикальные тектонические движения земной поверхности, накопление рудных полезных ископаемых.

На ленинградском симпозиуме работали четыре секции. В докладах первой приводились новые данные, в основном геологические, относящиеся к складчатым областям Южной Европы — средиземноморскому альпийскому поясу. Были представлены структурные профили Альп и Карпат, предложены реконструкции геологических событий в этих областях. Ученые рассмотрели исторические и структурные данные, полученные в Крыму и прилегающей акватории Черного моря, и связь Крыма со структурами Кавказа, с одной стороны, и Добруджи и Карпат, — с другой. Характерно, что в Альпах весь облик современной структуры определяют горизонтальные перемещения пластин осадочных и метаморфизованных пород. По мере продвижения на восток роль таких перемещений снижается и все большее значение приобретают вертикальные движения блоков земной коры. Многие зарубежные ученые даже разделяют складчатые области на области с «вертикальной» и «горизонтальной» тектоникой, считая, что их развитие вызывают различные причины. По-видимому, было бы неправильно проводить такую строгую границу между устроенными по-разному складчатыми областями. Скорее всего, причины во всех случаях сходные, а различие в структуре определяется конкретными местными условиями, например, мощностью и проницаемостью земной коры, величиной теплового потока и т. д.



Модель глубинных процессов, связанную с передачей тепловой энергии от астеносферы к литосфере, предложил в своем докладе член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов. Она основывается на анализе конкретного исторического и структурного материала, относящегося к складчатым областям средиземноморского подвижного пояса — Альпам, Динаридам, Кавказу и части Ближнего Востока. Тепловой импульс, поступающий вместе с расплавленным веществом из глубин мантии в земную кору, вызывает в ней сложные физико-химические преобразования. Реакция коры на такой импульс будет зависеть от ее толщины, структуры и состава. В результате на поверхности появляются области с различным режимом движений, разными деформациями, различным проявлением магматизма. Например, развитие геосинклинальных систем обусловлено, по мнению автора, тем, что особенно сильный импульс из астеносферы попадает в земную кору повышенной проницаемости. Это приводит к контрастным тектоническим движениям на поверхности, интенсивным деформациям осадочных слоев, и на всех этапах процесс сопровождается обильным магматизмом.

Вторая секция симпозиума обсуждала геофизические свойства верхней мантии. Если совсем недавно исклю-



■
Президент Международного союза геологов профессор Р. Трюмле (слева) и член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов в перерыве между заседаниями



чительно важным достижением были сведения о мощности глубинных слоев, скоростях сейсмических волн в них, плотности, то теперь удастся изучать тонкую структуру земной коры и верхней мантии. Такая возможность появилась благодаря протяженным сейсмическим профилям, которые пересекают большие территории с различными тектоническими структурами. Исследования вдоль этих профилей выявили значительные горизонтальные неоднородности плотности, характерные для определенных тектонических областей. Например, Восточно-Европейская и Северо-Американская платформы отличаются наиболее «высокоскоростными» разрезами глубинных слоев, там, по-видимому, нет астеносферного слоя или, по крайней мере, он слабо выражен. Об отсутствии астеносферы под древними щитами свидетельствуют и данные магнитотеллурического зондирования, «просвечивающего» земные недра на большие глубины.

Новые данные глубинного сейсмического зондирования, проведенного в Центральной Европе, говорят о том, что граница между земной корой и верхней мантией в различных местах имеет разную структуру. Иногда — это резкий переход, связанный, очевидно, с одной поверхностью раздела, в других случаях — сложное чередование слоев, где сейсмические волны проходят с неодинаковой скоростью.

Важным достижением можно считать то, что установлено принципиальное различие физических свойств мантии под континентами и океанами. Такое различие прослеживается до глубины 400 км, а возможно, и боль-

ше. Это весьма существенно для понимания причин, от которых зависит динамика Земли. Ведь если это так, то астеносферу нельзя считать поверхностью, по которой скользят литосферные плиты и где меняются местами континентальные и океанические блоки.

На третьей секции симпозиума рассматривались геолого-геофизические данные, относящиеся к внутренним морям и континентальным впадинам. Общий вывод сводится к тому, что глубоководные впадины с корой океанического типа весьма разнородны по своему генезису и их нельзя считать моделями океанов. Во многих случаях структуры морского дна связаны со структурами окружающих территорий, а значительные опускания, которые привели к образованию глубоководных впадин, объясняются кардинальными преобразованиями физических свойств коры.

Мобилистские реконструкции в духе тектоники плит звучали во многих докладах, однако, следует заметить, что они в большей мере, чем это делалось раньше, учитывали геологические критерии, то есть поверхностную геологическую структуру и геологическую историю. Это касается, в первую очередь, анализа истории Средиземного моря и обрамляющих его складчатых областей. Привлечение обширных геологических данных делает такие реконструкции более правдоподобными.

Четвертая секция симпозиума обсуждала новые данные, которые получены на одном из крупнейших международных геотраверсов — Памиро-Гималайском. Работы здесь еще не закончены, но даже предварительные результаты представляют исключительный интерес. Мощность земной коры в этом регионе почти вдвое превышает среднюю мощность, характерную для древних платформ. Такое утолщение коры раньше объясняли тем, что литосферные плиты наползают друг на друга (жесткая древняя плита Индостана пододвигается под складчатые системы Гималаев).

Однако новые данные опровергают эту гипотезу. Никаких следов поддвига плит в глубинных слоях здесь не

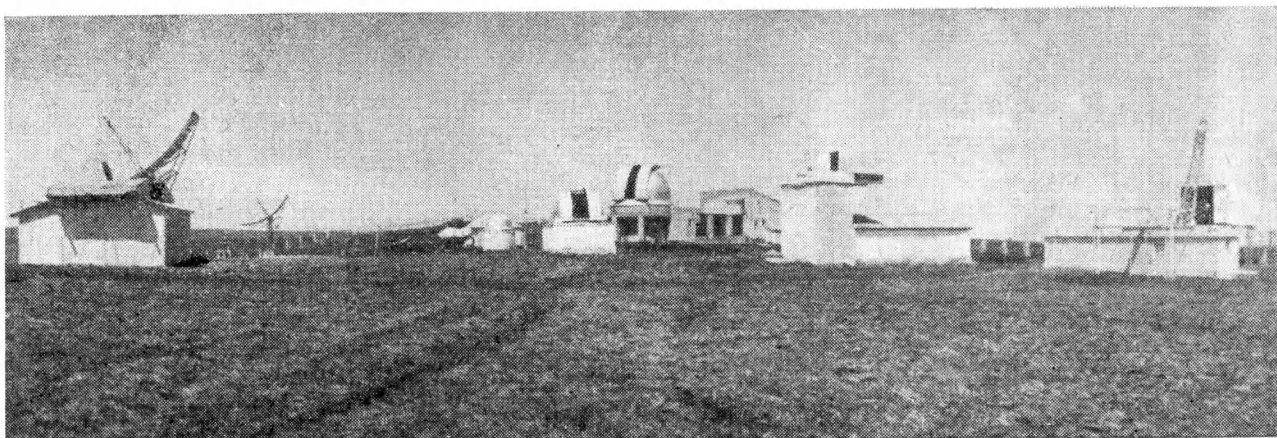
обнаружено. Скорее наоборот, границы крупных блоков земной коры почти вертикальны и, что особенно важно и интересно, граница кора — мантия под южным краем Гималаев, оказывается, крутая. Основные глубинные разломы этого региона связаны с эпохами тектонической активности, в том числе и самыми древними. Региональный сложный разлом вдоль Инда, наклоненный почти вертикально и проникающий в подкоровые слои, — это устойчивая зона, через которую выжимались магматические образования, очевидно, мантийного происхождения. Основные этапы развития Памиро-Гималайского региона в позднем палеозое (300—200 млн. лет), позднем мезозое (100—70 млн. лет), раннем и среднем кайнозое (50—30 млн. лет) характеризовались растяжением, а это приводило к тому, что во многих местах вдоль геотраверса огромные массы магматического вещества поднимались вверх.

Ленинградский симпозиум еще раз показал, что в рамках программы «Геодинамического проекта» возможно плодотворное сотрудничество ученых самых различных направлений, независимо от их приверженности к тем или иным геотектоническим концепциям. Важно одно, чтобы целью исследований было выяснение существа процессов, которые формируют наблюдаемую структуру земной коры.



Заведующий Горной
астрономической станцией ГАО
АН СССР
кандидат физико-математических
наук
М. Н. ГНЕВЫШЕВ

Горная астрономическая станция



В двадцати восьми километрах от Кисловодска на горе Шат Жад Мац построены астрономические павильоны, в которых размещены фотосферно-хромосферный телескоп, коронографы и спектрограф, установлены небольшие радиотелескопы и антенны радиоинтерферометра. Вся эта аппаратура Горной астрономической станции Главной астрономической обсерватории Академии наук СССР предназначена для исследования Солнца. 30 лет назад здесь начались наблюдения за солнечной активностью.

Воздух над станцией, расположенной на высоте 2070 м над уровнем моря, исключительно чист и прозрачен, здесь много ясных дней. Прекрасный астроклимат и разнообразное научное оборудование станции позволяют ее сотрудникам вести практически непрерывные наблюдения за явлениями, происходящими в атмосфере Солнца.

Горная астрономическая станция

приобрела международное признание как один из основных поставщиков информации о солнечной активности. Такая информация находит применение в различных областях деятельности человека.

СОЗДАНИЕ СТАНЦИИ

Как известно, проявления солнечной активности весьма разнообразны («Земля и Вселенная», № 2, 1968, с. 27—36.—Ред.). Развивающаяся на Солнце активная область охватывает все уровни солнечной атмосферы. Так, наблюдая в видимом диапазоне самые глубокие слои активной области, можно заметить темные пятна, окруженные яркими волокнистыми факелами. Над пятнами, в более высоких слоях солнечной атмосферы,

появляются флоккулы. Здесь же возникает ультрафиолетовое и рентгеновское излучение. Еще выше, в хромосфере, развиваются процессы взрывоподобного характера — вспышки. С этими грандиозными явлениями солнечной активности связаны образование протуберанцев в солнечной короне, усиление интенсивности излучения ряда высокоионизованных элементов, мощное радиоизлучение. В 1938 году автор этой статьи обосновал взаимосвязь всех явлений солнечной активности. Через десять лет его идеи были подтверждены французскими астрономами М. и Л. Д'Азамбужа.

Чтобы одновременно и согласованно наблюдать развитие явлений солнечной активности во всех слоях атмосферы Солнца, нужна была обсерватория нового типа. И строить ее следовало в горах. Только в горах, где небо темнее и меньше рассеянный свет, можно наблюдать солнечную корону. Место для новой обсер-

Горная астрономическая станция
близ Кисловодска

ватории выбрали на Северном Кавказе, вблизи Кисловодска.

В мае 1948 года в Кисловодск выехала первая группа сотрудников обсерватории, были отправлены приборы и необходимое снаряжение. До начала зимы успели построить временный домик из двух комнат и деревянные павильоны для коронографа и менискового фотогелиографа системы Д. Д. МаксUTOва, смонтировать оба прибора и запастись на зиму топливом и продуктами. Наблюдения на фотогелиографе начались с осени 1948 года. С этого времени и ведет существование Горная астрономическая станция.

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ СОЛНЦА

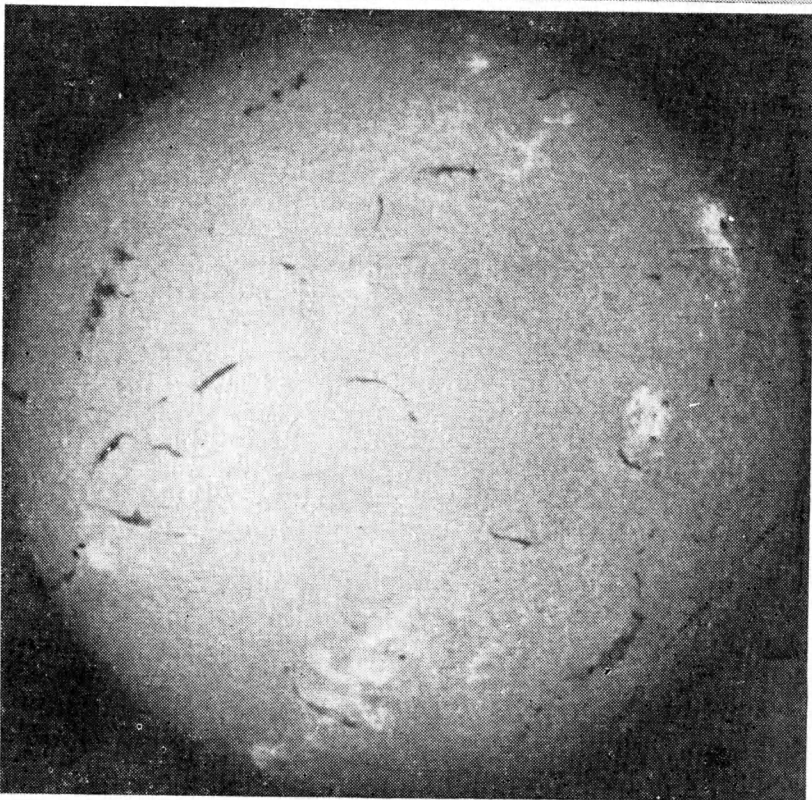
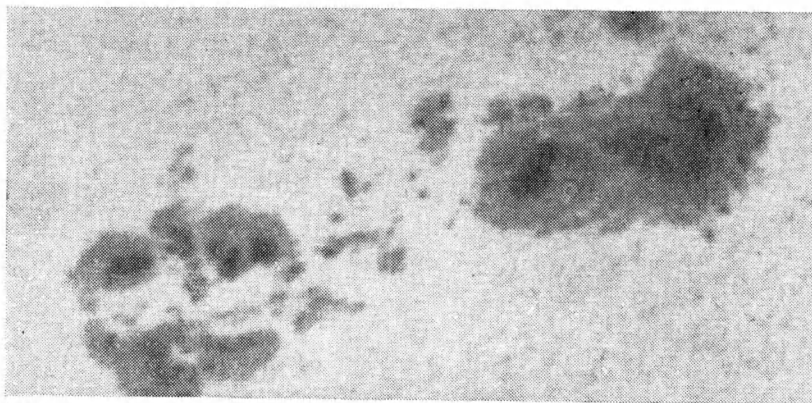
Первые попытки наблюдать солнечную корону оказались безрезультатными. В оптической системе коронографа Цейса, которым располагала станция, был обнаружен серьезный дефект. На его устранение ушло много времени. Только в феврале 1950 года удалось получить первые спектры короны. Успех воодушевил сотрудников станции. Они изготовили новый спектрограф и начали регулярные наблюдения за корональными линиями. Вскоре эти наблюдения стали одними из самых точных и однородных в мире, то есть они отражали изменения на Солнце и не зависели от условий наблюдений, от опытности сменяющихся наблюдателей или состояния инструмента.

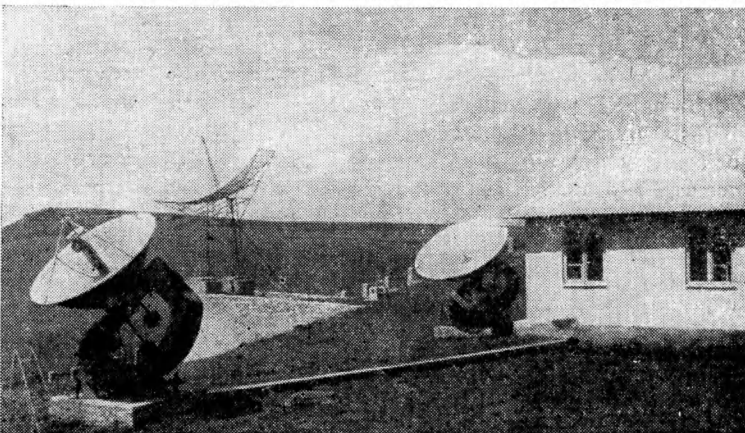
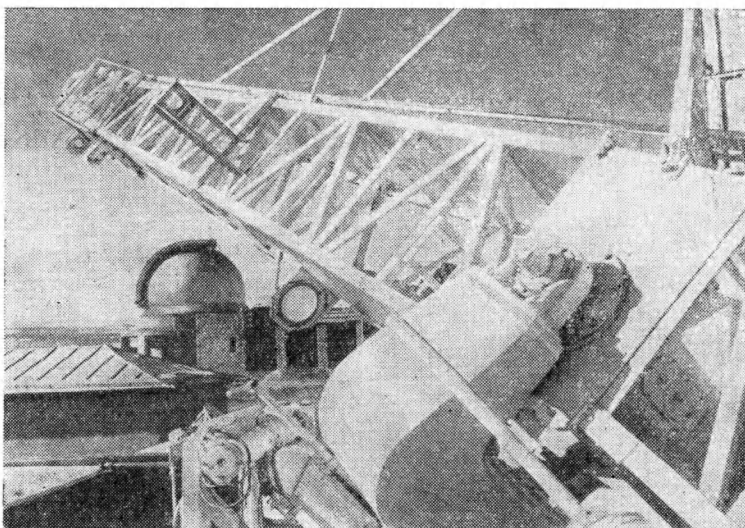
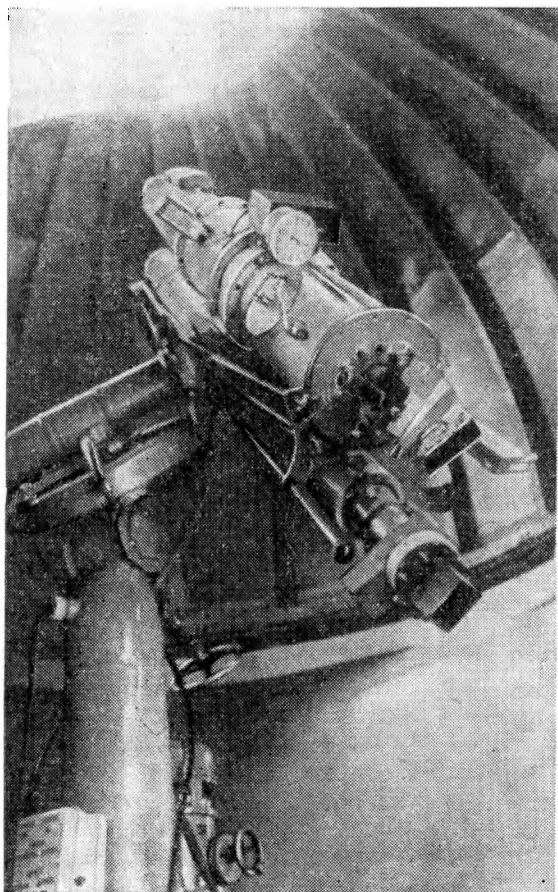
Оптик-кристаллограф А. Б. Гильварг изготовил для станции интерференционно-поляризационный фильтр системы Лео. С помощью этого

■
Группа солнечных пятен 23 августа 1971 года

■
Солнечная хромосфера в линии водорода H α . Фотография получена 29 сентября 1978 года

■
Солнечная корона в линии 5303 Å. Снимок сделан 14 марта 1972 года





фильтра были сделаны первые снимки короны и протуберанцев. К фильтру был присоединен призменный разделитель излучений, позволивший получать снимки протуберанцев в различных спектральных линиях.

Наблюдения за солнечной короной сначала проводились на менисковом фотогелиографе, а затем на фото-сферно-хромосферном телескопе. На этом же приборе с помощью интерференционно-поляризационного фильтра систематически фотографируется диск Солнца в линии водорода H_{α} .

Сотрудники станции регулярно измеряют магнитные поля солнечных пятен. Для этого используется большой горизонтальный спектрограф, соединенный с целостатом и зерка-

лом, фокусное расстояние которого 17 м. Эпизодически на этом приборе выполняются спектрофотометрические наблюдения.

Горная станция располагает крупнейшим в мире коронографом с объективом диаметром 53 см. Инструмент был сделан в мастерских Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН

■ *Хромосферно-фотосферный телескоп Горной станции*

■ *Большой внеаттенный коронограф*

■ *Радиоастрономическое оборудование станции: радиотелескопы и одна из антенн радиоинтерферометра*

СССР и Пулковской обсерватории. Большая заслуга в его создании принадлежит Г. М. Никольскому. Инструмент снабжен двумя интерференционно-поляризационными фильтрами работы фирмы «Хале» (ФРГ). Фильтры пропускают излучение в линии водорода H_{α} и линии К кальция. На коронографе ведутся исследования, требующие большого пространственного и спектрального разрешения («Земля и Вселенная», № 6, 1967, с. 66—70.—Ред.). Другими словами, на изображении Солнца, создаваемом коронографом, можно изучать мелкие детали, спектр которых доступен анализу благодаря высокой дисперсии спектрографа.

Оптическое оборудование станции дополняется двухэлементным интер-



ферометром, который регистрирует радиоизлучение с длиной волны 168 см, и двумя радиотелескопами, принимающими излучение с длиной волны 2 и 5 см. Так как радиоволны разной длины приходят с различных глубин солнечной атмосферы, эта аппаратура предоставляет информацию о пространственном распределении активности в солнечной атмосфере. Радиотелескопы, созданные в Пулковской обсерватории, сначала использовались лишь во время солнечных затмений, а затем были переданы Горной станции и приспособлены для систематической работы. Радиоастрономические наблюдения потребовали организации специальной лаборатории, оснащенной многочисленными измерительными приборами.

Весь комплекс инструментов, которыми оборудована Горная астрономическая станция, позволяет наблюдать фотосферу и хромосферу в линиях водорода и кальция, исследовать протуберанцы и поведение корональных линий с длиной волны 5303, 5694, 6702, 10 747 и 10 798 Å, фотографировать корону в линии 5303 Å, измерять магнитные поля пятен, регистрировать радиоизлучение с длиной волны 168, 5 и 2 см. Таким образом, достигнута цель, поставленная при создании станции,— организованы одновременные наблюдения

явлений во всех слоях солнечной атмосферы оптическими и радиометодами.

Увеличивая техническую оснащенность Горной астрономической станции, ее сотрудники стремятся обеспечить стандартность и непрерывность наблюдений. Благоприятные метеорологические условия позволяют получать снимки Солнца много дней в году. Так, с 1957 по 1967 год снимки фотосферы делались в среднем 337 дней в году. На всем земном шаре есть еще три обсерватории, на которых солнечная фотосфера наблюдается свыше 300 дней в году: в Дель Эбро (Испания)— 338 дней, в Катании (Италия)— 331 день и в Маниле (Филиппины)— 328 дней.

ОТ НАБЛЮДЕНИЙ — К ПРОГНОЗУ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

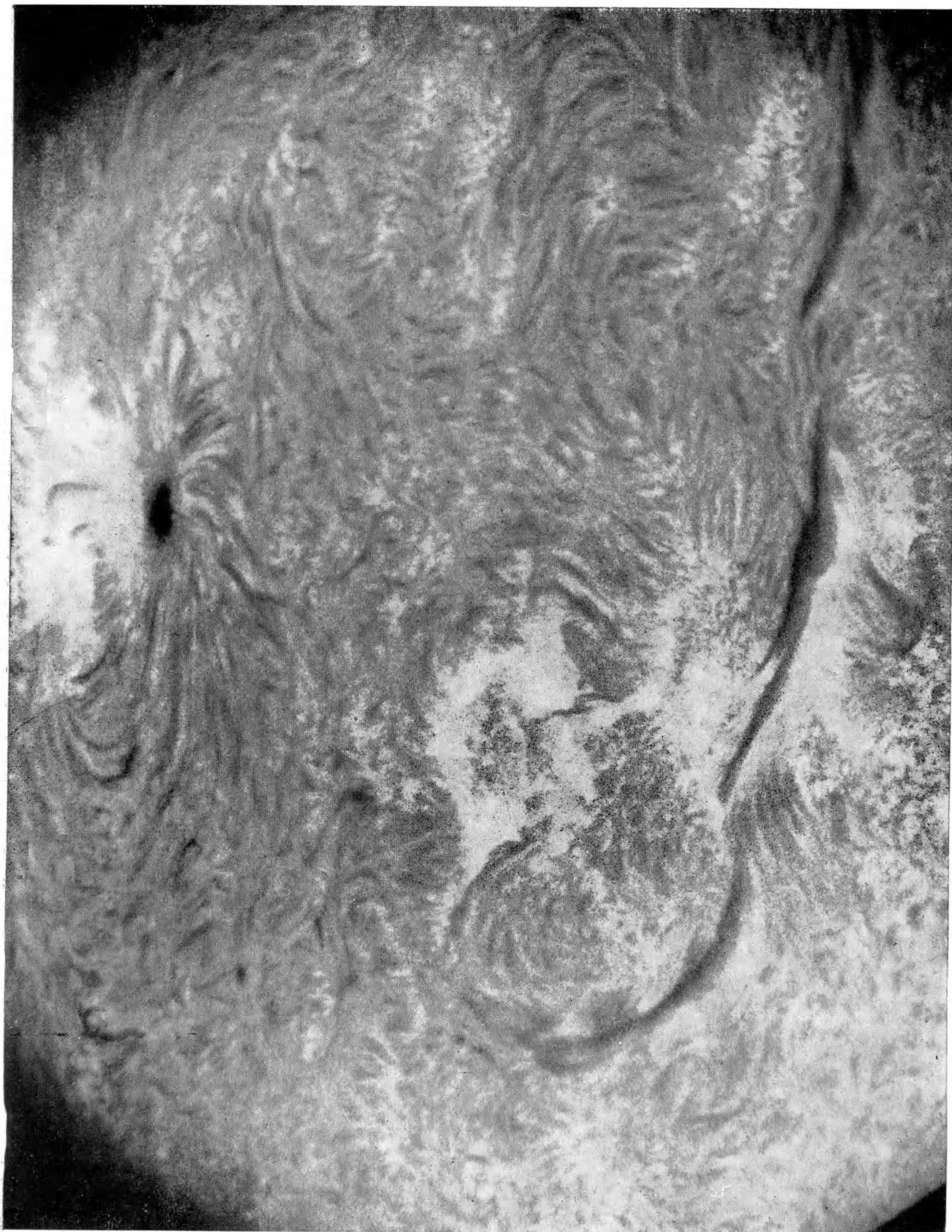
Сотрудники станции ведут регулярную службу Солнца. Результаты этих наблюдений публикуются в ежемесячном бюллетене «Солнечные данные» и ежеквартальном между-

Одновременные снимки солнечной хромосферы над группой пятен, полученные в линии водорода H α (слева) и в линии ионизованного кальция (справа) 7 сентября 1973 года

народном бюллетене, издававшемся прежде в Цюрихе, а с 1977 года в Токио. Сотрудники станции участвуют и в издании «Каталогов солнечной деятельности», которые выпускает Пулковская обсерватория. Каталоги включают главным образом результаты наблюдений за фотосферой, полученные на всех советских обсерваториях. Данные наблюдений приводятся к системе Горной станции. Эту трудоемкую работу выполняет с 1938 года Р. С. Гневывшева.

Горная астрономическая станция обменивается результатами наблюдений с другими международными центрами изучения солнечной активности, благодаря чему на станции собран богатейший материал. На его основе ведутся исследования солнечной активности и поиски способов ее предсказаний.

Анализ длительных наблюдений короны с привлечением сведений о протуберанцах, явлениях в фотосфере, радиоизлучении Солнца на разных частотах, геомагнитных возмущениях, состоянии ионосферы и полярных сияниях позволили автору статьи сформулировать новые представления о природе и особенностях 11-летних циклов солнечной активности. Было показано, что в течение 11-летнего цикла протекают два процесса. Первый вызывает усиление активности на всем Солнце, включая



Солнечная хромосфера в линии водорода H α . Снимок получен 5 июня 1969 года на Кисловодской горной станции



Солнечный протуберанец. Фотография сделана 8 июня 1969 года на Кисловодской горной станции



ОБСЕРВАТОРИИ
И
ИНСТИТУТЫ

полюсы, второй достигает максимума спустя два-три года после первого, но только вблизи солнечного экватора. Оказалось, что процессы существенно различаются своими физическими характеристиками и свойствами сопровождающих их излучений. Позднее эти выводы были подтверждены многими зарубежными работами.

Отличительная особенность Горной станции — общность цели научных исследований. Это — разработка методов предсказаний солнечной активности всех видов заблаговременности: краткосрочных (часы и дни), средних (один-два месяца) и долгосрочных (годы). Такие данные необходимы, чтобы прогнозировать явления, важные для жизни и деятельности человека, — нарушение радиосвязи, магнитные бури и полярные сияния, появление в околоземном космическом пространстве радиации, опасной для космонавтов, долгосроч-

ные изменения погоды, влияние солнечной активности на живые организмы и т. д. Для успешного прогноза нужны не только всесторонние и непрерывные наблюдения за солнечной активностью, но и анализ их, чтобы установить и понять закономерности.

Проблема предсказания солнечной активности распадается на ряд задач, решением которых заняты сотрудники станции. Так, хромосферу и природу солнечных пятен изучает В. И. Макаров. В частности, на большом коронографе он снял кинофильмы одновременно в лучах водорода и ионизованного кальция, что позволило ему исследовать волновые процессы в активных областях Солнца.

В. М. Михайлуца выполнил расчеты магнитных полей в активных областях — основных сил, определяющих появление и развитие этих областей. Он же изучает свойства слабых протуберанцев, важных для исследования структуры магнитного поля и токовых слоев в хромосфере.

В. Л. Ермошенко показал, как можно, используя данные оптических и радионаблюдений, обнаружить нестационарные состояния активных областей. В таких областях возникают солнечные вспышки, во время которых выделяются огромная энергия и радиация.

Помимо решения научных задач, сотрудники станции постоянно заня-

ты усовершенствованием приборов и созданием новых. Сейчас на станции работают 40 человек, из них — 15 научных сотрудников. Чтобы на высокогорной и удаленной от населенных пунктов станции были нормальные условия для жизни и работы, требуются немалые усилия. В горы приходится доставлять воду, топливо, продукты, различные стройматериалы и обеспечивать связь. В Кисловодске построена база, на которой останавливаются сотрудники, спустившиеся с горы, или приезжие в ожидании возможности попасть на станцию.

На Горной станции проходят практику и собирают материалы для дипломных работ и диссертаций студенты и аспиранты из университетов Москвы, Ленинграда, Киева, Харькова, Львова, Свердловска, Иркутска, Грозного. В СССР нет ни одной астрономической обсерватории, исследующей Солнце, где бы не трудились ученые, прошедшие первую школу солнечных наблюдений на Горной станции.

Горная станция пользуется международным признанием, здесь ведут исследования ученые многих стран. На станции работает коллектив молодых ученых и, что особенно важно, энтузиастов солнечных исследований, поэтому будущее станции представляется весьма перспективным.

КАК ДАЛЕКИ БЛИЖАЙШИЕ ГАЛАКТИКИ

Известный исследователь галактик Ж. де Вокулер, работающий в настоящее время в университете штата Техас, заново определил расстояния до шести из двенадцати галактик, которые принадлежат к Местной системе («Земля и Вселенная», № 5, 1975, с. 63—65. — *Ред.*).

Согласно Ж. де Вокулеру, галактика М 31 в созвездии Андромеды удалена от нас на 651 000 пс, или

2 120 000 световых года. Большое Магелланово Облако находится на расстоянии 46 000 пс, или 150 000 световых лет. Малое Магелланово Облако — несколько дальше: на расстоянии 53 000 пс, или 173 000 световых лет. Большая спиральная галактика М 33 в созвездии Треугольника расположена в 720 000 пс, или в 2 350 000 световых года. Две карликовые неправильные галактики NGC 6822 в созвездии Стрельца и IC 1613 в созвездии Кита отделяют от нас 560 000 и 640 000 пс, или 1,8 и

2,1 млн. световых лет, соответственно.

«Sky and Telescope», 56, 5, 1978.





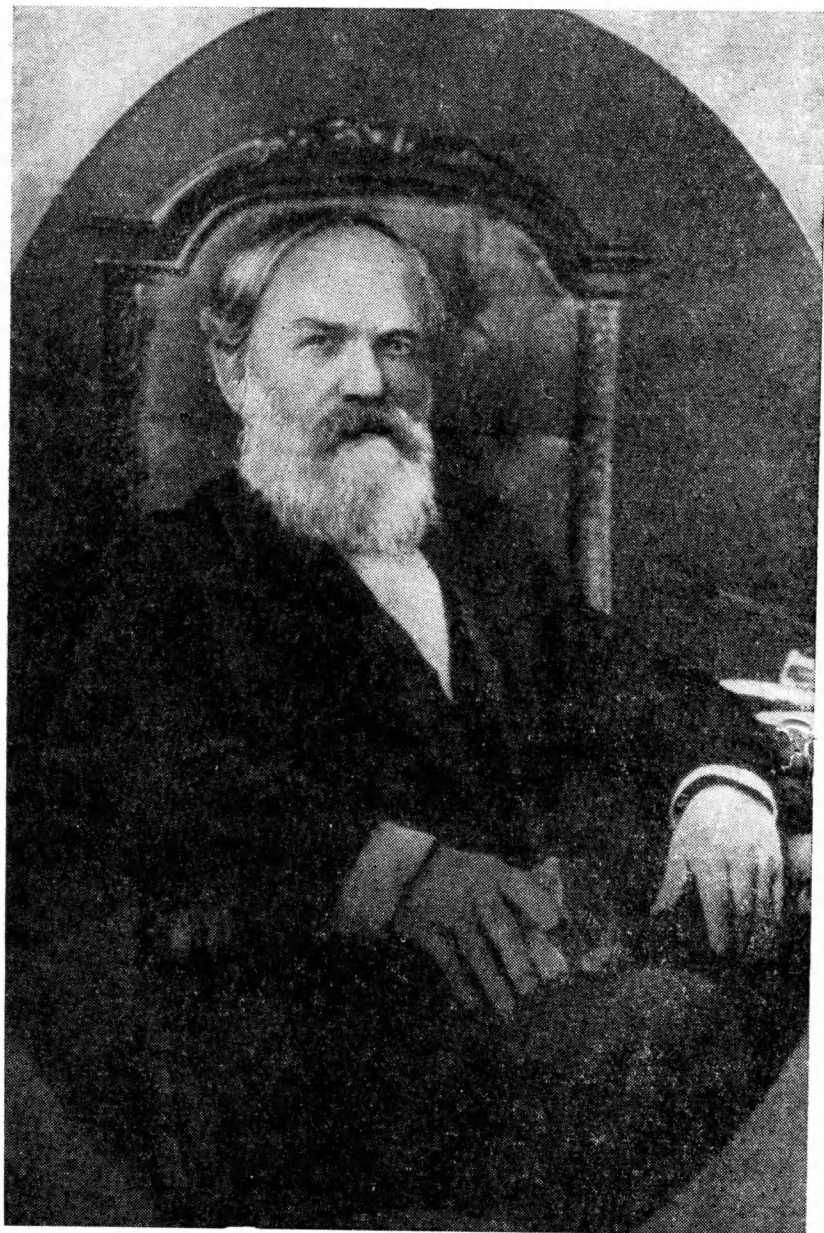
ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

Председатель Комитета по метеоритам АН СССР
доктор геолого-минералогических наук
Е. Л. КРИНОВ

Развитие метеоритики в Советском Союзе

ЧЕМ ЗАНИМАЕТСЯ МЕТЕОРИТИКА?

О падении «с неба» камней — метеоритов люди знали с незапамятных времен. Однако истинная природа и происхождение метеоритов долго оставались неизвестными. На протяжении многих веков метеоритам приписывали божественное происхождение, их принимали за посланцев бога, предвещавших войны, мор, эпидемии. В XVIII столетии большинство ученых со всей решительностью отрицали возможность падения «небесных» камней. Сообщения очевидцев о таких случаях они считали вымыслом. Например, швейцарский минералог А. де Люк говорил: «Если бы я сам увидел падение метеорита, я не поверил бы собственным глазам». Даже известный химик А. Лавуазье в 1772 году подписал доклад ученых в Парижскую академию наук с заключением о том, что камни, которые имели, как считалось, небесное происхождение, в действительности земные, но подвергшиеся ударам молнии. Только в начале XIX века подавляющее большинство исследователей пришло к выводу, что метеориты представляют собой космические тела, вторгающиеся в земную атмосферу из межпланетного пространства. С признания космической природы метеоритов началось интенсивное изучение их состава и структуры, а также условий падения на Землю. Метеориты собирают, исследуют и тщательно сохраняют — в му-



■
Ю. И. Симашко — известный исследователь метеоритов, предложивший для этой области науки название метеоритика

зях разных стран создаются метеоритные коллекции.

В конце XIX столетия профессор Ю. И. Симашко, в течение многих лет занимавшийся сбором и исследованием метеоритов, предложил для области науки, изучающей метеориты, название **метеоритика**. В настоящее время это название укоренилось и в нашей стране, и за рубежом.

Метеоритика изучает метеорное вещество во всех его состояниях и проявлениях. К метеорному веществу относятся обломки крупных небесных тел (астероидов) и дисперсное твердое вещество в межпланетном пространстве. Движение метеорных тел в межпланетном пространстве и в земной атмосфере, разрушение тел при движении в атмосфере, их состав, структура и физические свойства — вот основные проблемы метеоритики. Важнейшая из них — происхождение метеорного вещества и его дальнейшая история, а также роль метеорных тел в формировании и эволюции Солнечной системы.

В Советском Союзе центральное научное учреждение в области метеоритики — Комитет по метеоритам Академии наук СССР. В 1979 году исполняется 40 лет со времени его основания. Комитет занимается сбором, изучением и хранением метеоритов, а также содействует организации и проведению исследований метеоритов в других научных учреждениях Советского Союза.

ОТ СЛУЧАЙНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ — К СИСТЕМАТИЧЕСКИМ

В царской России метеориты изучали лишь отдельные ученые и притом эпизодически, выполняя частные задачи, отвечавшие их личным научным интересам. Поиски упавших метеоритов, за исключением единичных случаев, специально не предпринимались. Не проводились систематические исследования состава, структуры и физических свойств метеоритов и тем более не выполнялись какие-либо обобщения уже накопленных фактических данных о метеоритах. Так охарактеризовал состояние метеоритики в России Л. А. Кулик в своей статье, опубликованной в 1933 году.



Перелом в развитии отечественной метеоритики наступил после Великой Октябрьской социалистической революции. В 1918 году Российская академия наук организовала небольшую экспедицию для изучения обстоятельств падения 27 февраля 1918 года вблизи деревни Глазатово (Кашинский уезд, Тверская губерния) довольно крупного каменного метеорита. К 1921 году в Минералогическом музее Академии наук накопились сообщения о наблюдавшихся падениях небесных камней, о хранившихся у частных лиц метеоритах. Возникла необходимость в научном учреждении, которое бы систематически собирало метеориты и выполняло исследовательские работы в области метеоритики. Постановлением Государственного ученого совета от 19 мая 1921 года была организована специальная метеоритная экспедиция. Президиум Всероссийского Центрального исполнительного комитета предоставил в ее распоряжение вагон и необходимое снаряжение. Началь-

ником экспедиции назначили Л. А. Кулика.

За полтора года работы метеоритная экспедиция проехала по стране свыше 20 000 км, обследовала 14 мест падений и находок метеоритов. В населенных пунктах участники экспедиции проводили антирелигиозную пропаганду. Экспедиция доставила в Минералогический музей Академии наук три образца трех железных и 228 образцов семи каменных метеоритов общей массой свыше 77 кг.

Осенью 1922 года по инициативе академика В. И. Вернадского при Минералогическом музее был создан метеоритный отдел, сотрудники которого не только собирали метеориты, но и от многочисленных очевидцев получали описания наблюдавшихся ими болидов, составляли каталог болидов, производили обследование обстоятельств падений метеоритов. Л. А. Кулик разработал и опубликовал инструкции для наблюдения падений метеоритов. При метеоритном отделе была организована обширная сеть добровольных корреспондентов-наблюдателей.

Л. А. Кулик в то время уделял большое внимание сбору материалов о Тунгусском метеорите. Первые и притом очень подробные сведения об обстоятельствах падения и о сопро-

■ *Л. А. Кулик со школьниками, помогавшими ему в сборе осколков метеоритного дождя в поселке Первомайский Владимирской области (1934 г.)*



вождавших его исключительно мощных явлениях Л. А. Кулик получил от очевидцев еще во время экспедиции 1921—1922 годов. К 1926 году метеоритный отдел располагал значительным материалом о Тунгусской катастрофе. Были опубликованы статьи директора Иркутской магнитной и метеорологической обсерватории А. В. Вознесенского, геолога С. В. Обручева и этнографа И. М. Суслова. В статьях содержались многочисленные фактические данные о Тунгусском метеорите и указывалось пред-

полагаемое место падения. Все это настоятельно требовало организации экспедиции для обследования района Тунгусской катастрофы.

■ *Обоз третьей экспедиции Л. А. Кулика на реке Подкаменная Тунгуска зимой 1929 года*

■ *Радиальный повал леса в районе Тунгусского падения. Первым обнаружил такую картину повала леса Л. А. Кулик в 1927 году*

В течение 1927—1930 годов в сибирскую тайгу выезжали три экспедиции. Их возглавлял Л. А. Кулик. Автору статьи довелось участвовать в третьей, наиболее многочисленной и лучше оснащенной экспедиции, работавшей в районе падения свыше года. Экспедиции обнаружили радиальный повал леса, однако найти метеорит или его осколки не удалось.

В 1933—1934 годах Л. А. Кулик изучил историю одного из старейших русских метеоритов — Жигайловки. Результаты этого исследования были опубликованы в отдельной монографии.

К середине 30-х годов экспозиция Минералогического музея пополнилась рядом новых метеоритов. На протяжении одного лишь 1933 года было обнаружено пять метеоритов, падение которых наблюдалось. Впрочем, это был рекордный год; позднее ежегодно находили два-три новых метеорита.

После переезда в Москву Академии наук СССР, а вместе с нею и вновь созданного Минералогического института с переданным ему метеоритным отделом были начаты систематические исследования метеоритов и условий их падения на Землю.

В 1935 году автор статьи методом фотографической спектрофотометрии изучил спектральную отражательную

способность каменного метеорита Саратов, а позднее — сорока других каменных метеоритов. В результате были получены астрофизические характеристики метеоритов как небесных тел (показатели цвета). Это позволило сравнить метеориты с астероидами и показать их близкое сходство, а следовательно, возможную генетическую связь.

Незадолго до войны Б. М. Куплетский и И. А. Островский провели петрографические исследования каменных метеоритов. Профессор Л. Л. Иванов выполнил детальный химико-минералогический анализ каменного метеорита Юртук. Профессор П. Н. Чирвинский изучил химико-минералогический состав многих отечественных метеоритов. Кроме того, он рассмотрел средний химический состав метеоритов, а также химический и минералогический состав отдельных типов метеоритов. П. Н. Чирвинский исследовал состав и структуру железокатенных метеоритов — палласитов; результаты этой работы изложены в недавно опубликованной монографии «Палласиты» (М., «Недра», 1967).

В 30-х годах Н. С. Акулов и Н. Л. Брюхатов первыми изучили магнитные свойства железного метеорита Богуславка и установили его монокристаллическую структуру. Определением магнитных свойств каменных метеоритов занимались академик Ф. Ю. Левинсон-Лессинг и А. А. Турцев.

Для координации работ в области метеоритики, получавших все большее развитие и проводившихся в разных научных учреждениях Советского Союза, в 1935 году была основана Комиссия по метеоритам при Отделении математических и естественных наук Академии наук СССР. В состав комиссии вошли виднейшие ученые нашей страны — академики А. Г. Бетехтин, В. И. Вернадский, А. Н. Заварицкий, П. П. Лазарев, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, В. А. Обручев, А. Е. Ферсман, О. Ю. Шмидт.

В 1938 году академик В. И. Вернадский в одном из своих выступлений сказал: «Мне кажется, что только сейчас значение метеоритики входит в научное сознание по-настоящему. Полуторастолетняя работа в этой об-

ласти, интенсивно увеличивавшаяся за последний десяток лет, позволяет сейчас сделать обобщения, на которые я считаю нужным обратить внимание не только Академии наук, но и всех мыслящих людей нашей страны с целью утвердить и развить работу нашей Академии в этой глубочайшего значения области знания». По представлению В. И. Вернадского Президиум Академии наук СССР 25 февраля 1939 года создал Комитет по метеоритам; Комиссия по метеоритам и метеоритный отдел Минералогического института были упразднены. Председателем комитета стал академик В. И. Вернадский, его заместителем — академик В. Г. Фесенков, ученым секретарем — Л. А. Кулик. Штат Комитета по метеоритам состоял из пяти человек. В 1940 году при комиссии была создана узкопрофильная библиотека. Комитет подготовил к изданию два выпуска сборника статей «Метеоритика», вышедших из печати в начале 1941 года.

Великая Отечественная война прервала деятельность Комитета по метеоритам. Метеоритная коллекция, за исключением шести наиболее крупных ее экспонатов, была упакована и осенью 1941 года эвакуирована в Миасский заповедник на Урале. В 1943 году коллекция вернулась в Москву и осенью того же года была выставлена в Минералогическом музее, где находится и в настоящее время.

После смерти академика Вернадского (1863—1945) председателем Комитета по метеоритам был утвержден академик В. Г. Фесенков (1889—1972), а его заместителем — академик А. П. Виноградов (1895—1975), ученым секретарем в 1949 году стал автор этой статьи.

ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ МЕТЕОРИТИКИ

Начиная с 1944 года деятельность Комитета по метеоритам с каждым годом расширялась. Сейчас в штате комитета 25 научных и научно-технических сотрудников. Комитет располагает одной из лучших в мире метеоритных коллекций. В ней насчитывается 449 метеоритов, в том числе и зарубежных. За истекшие после

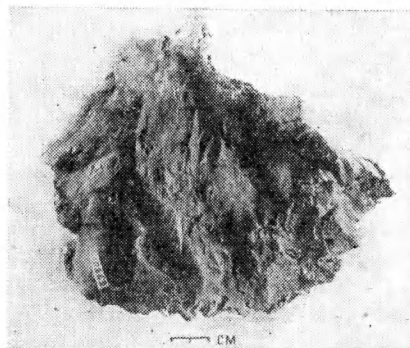
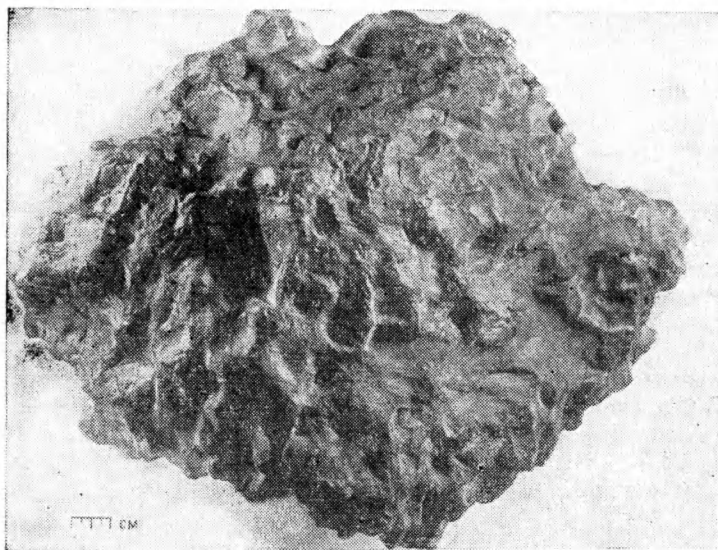


ИЗ ИСТОРИИ
НАУКИ

революции 60 лет на территории нашей страны собрано 77 метеоритов. Почти такое же количество метеоритов (78) было найдено и до революции только за вдвое больший срок (120 лет), если считать с 90-х годов XVIII столетия, когда в коллекцию поступил первый метеорит — Палласово Железо («Земля и Вселенная», № 3, 1977, с. 81—86. — Ред.).

После войны возобновились исследования в районе Тунгусского падения. В 1958, 1961 и 1962 годах туда выезжали экспедиции Комитета по метеоритам. Они составили полную карту повала леса на основании детального обследования местности, установили границы и форму области повала, обнаружили в грунте рассеянные магнетитовые и силикатные, а также смешанного состава шарики — продукты разрушения космического тела, вторгшегося в земную атмосферу. В лаборатории И. Т. Зоткин и М. А. Цикулин провели эксперименты по моделированию Тунгусского взрыва. При определенных условиях им удалось имитировать повал деревьев в районе падения («Земля и Вселенная», № 3, 1968, с. 4—10. — Ред.). Последние два десятилетия основные работы в районе Тунгусской катастрофы проводятся под руководством профессора Н. В. Васильева Комиссией по метеоритам и космической пыли Сибирского отделения АН СССР («Земля и Вселенная», № 6, 1978, с. 37—41. — Ред.).

Обширные исследования выполнил Комитет по метеоритам на западных отрогах Сихотэ-Алиня, где 12 февраля 1947 года выпал железный метеоритный дождь («Земля и Вселенная», № 5, 1976, с. 75—80. — Ред.). На протяжении трех десятков лет состоялось



■ Внутренний склон одного из метеоритных кратеров, образовавшихся на Сихотэ-Алине во время метеоритного дождя. Диаметр кратера 21 м, глубина 4 м. На дне кратера (в нижнем правом углу) — вода

■ Один из целых индивидуальных экземпляров Сихотэ-алинского метеоритного дождя. Масса 66 кг

■ Типичный осколок Сихотэ-алинского метеоритного дождя. Масса 2 кг

тринадцать экспедиций в район падения. Вышла из печати двухтомная коллективная монография, посвященная Сихотэ-алинскому метеориту. Однако собранный научный материал обработан еще не полностью. Продолжается изучение условий падения метеоритного дождя, особенностей разрушения метеорного тела, двигавшегося в земной атмосфере с космической скоростью. За все время экспедиционных работ найдено около 6000 индивидуальных экземпляров, которые вместе с несколькими десятками тысяч обломков крупных метеоритов, расколовшихся при ударе о грунт, составляют массу свыше 27 т. Всесторонне изучен состав, структура и физические свойства Сихотэ-алин-

ского метеоритного дождя. Сейчас район падения объявлен памятником природы («Земля и Вселенная», № 5, 1978, с. 92. — Ред.).

Экспедиции Комитета по метеоритам изучали метеоритные кратеры Каали и Илуметса в Эстонской ССР, кратер Соболевского в Приморском крае, кратеры Жаманшин и Шунак в Казахской ССР. В 1978 году на острове Саарема, где находится группа из девяти кратеров Каали, состоялась первая Школа исследователей метеоритных кратеров, в которой приняли участие свыше полусотни геологов Советского Союза. Геологи-поисковики познакомились с основами метеоритики, узнали, какие признаки свидетельствуют о метеоритном происхождении кратера.

В течение последних пяти лет Комитет по метеоритам вместе с астрономической обсерваторией Одесского государственного университета ведет большую работу по конструированию и вводу в серийное производство болидных фотографических камер. Для успешного осуществления этих планов много сделали член-корреспондент АН СССР В. В. Фе-

динский (1908—1978), член-корреспондент АН УССР В. П. Цесевич, И. Т. Зоткин. Создана сеть из 25 наблюдательных пунктов, расположенных на территории Украины, Северного Кавказа и Молдавии. Эта сеть, предназначенная для фотографирования болидов, поможет получить точные данные об атмосферных траекториях и орбитах метеорных тел, а в некоторых случаях — даже обнаружить упавшие метеориты. В Ленинградском институте точной механики и оптики изготовлены четыре болидные фотографические камеры с широкоугольными объективами, охватывающими весь небесный свод.

В то же время продолжается начатый Л. А. Куликом сбор сведений о наблюдавшихся болидах. Благодаря обширной переписке с очевидцами Р. Л. Холинку удалось выявить семь метеоритов, хранившихся у частных лиц и в музеях.

В Комитете по метеоритам работают минералогическая и химическая лаборатории, где на протяжении тридцати лет проводятся систематические исследования состава и структуры метеоритов. М. И. Дьяконова и

В. Я. Харитонова под руководством А. А. Явнеля определили химический состав свыше ста отечественных метеоритов. В 1952 году вышла из печати монография академика А. Н. Заварицкого и Л. Г. Кваши, в которой дано первое научное описание метеоритов из коллекции Академии наук СССР. Комитет по метеоритам подготовил к печати и издал 36 сборников статей «Метеоритика», несколько десятков книг и брошюр.

В заключение уместно привести высказывание известного американского исследователя метеоритов Х. Найннджера: «Соединенные Штаты остались далеко позади Советского Союза в этой области исследований (метеоритики — Е. К.). Россия имеет Национальный комитет по метеоритам почти в течение сорока лет. Этот комитет предпринял изучение проблемы метеоритных кратеров таким обширным и всесторонним методом, который далеко превосходит все, что-либо выполненное в Соединенных Штатах».

ПОЯС АСТЕРОИДОВ НЕ ОПАСЕН

Американские автоматические межпланетные станции «Вояджер-1» и «Вояджер-2», направляющиеся к Юпитеру, прошли пояс астероидов, лежащий за орбитой Марса. Ранее этот пояс преодолели межпланетные станции «Пионер-10 и -11».

Оказалось, что частицы диаметром около 0,001 мм встречались тем реже, чем дальше от Солнца уходила станция. Число частиц диаметром от 0,01 до 0,1 мм было примерно одинаковым все время полета. Частиц поперечником от 0,1 до 1 мм насчитывалось в поясе приблизительно втрое больше, чем вблизи Земли.

Более крупные тела попадались крайне редко. За весь путь сквозь

пояс астероидов (более 200 млн. км) «Пионер-10» встретил лишь семь частиц диаметром от 15 до 150 мм. Собственно астероиды — малые планеты диаметром в километры и сотни километров — обычно отделены друг от друга миллионами километров. Кроме того, они, как правило, видны в наземные телескопы.

В 16,8 млн. км от астероида, из-



вестного под названием Ундины (видимая звездная величина около 6,5 или 7,5), прошел космический аппарат «Вояджер-1». «Вояджер-2», следовавший тем же маршрутом, но примерно на месяц позже, проходил от Ундины несколько ближе — на расстоянии 14,68 млн. км.

Техническая неисправность помешала «Вояджеру-1» сфотографировать астероид Медея, поперечник которого 84 км, а видимая звездная величина 9,2, в момент их сближения. Расстояние между ними было тогда 15,87 млн. км.

Данные экспериментов подтвердили предположение о том, что плотность материи в поясе астероидов невелика и не представляет опасности для полетов космических аппаратов и кораблей.

«Science News», 114, 72, 1978.

Профессор
Е. Е. ШИРЯЕВ

Новая секция ВАГО

21 ноября 1978 года на заседании президиума Центрального совета ВАГО было принято решение о создании **картографической секции**. Необходимость в такой секции назрела давно. Методы картографии дают возможность исследовать объекты и явления на Земле, небесных телах и в космическом пространстве.

Сегодня можно со всей определенностью утверждать, что картография стала общенаучной дисциплиной. Трудно даже просто перечислить все области человеческой деятельности, где применяются картографические методы. С их помощью можно анализировать состояние растительного покрова и предсказывать его развитие, исследовать динамику роста населения и делать демографические прогнозы, изучать сейсмическое состояние Земли и предсказывать землетрясения. Эти же методы помогают устанавливать распределение тех или иных заболеваний на земном шаре и выявлять причины их распространения, исследовать геологические явления и определять залежи полезных ископаемых, анализировать характер распределения биомассы Мирового океана и подсчитывать ее запасы. Картографические методы облегчают службу охраны природы, позволяют осуществлять постоянный контроль за состоянием лесов, рек, почвы и т. д. Используя карты, проводят различные инженерно-исследовательские работы, связанные с градостроительством, прокладкой дорог и трубопроводов, выбирают место для посадки космических кораблей на Землю или другую планету.

Сейчас в картографии широко используются современные средства

автоматики и вычислительной техники, а также методы дистанционного зондирования с применением аэрокосмических летательных аппаратов (без них невозможно получить и обработать информацию точно и оперативно). Одно из наиболее важных направлений автоматизации и дистанционного зондирования в картографии — это **отображение на картах динамических процессов**. Здесь важно автоматизировать не только сам процесс отображения на картах каких-либо объектов и явлений, но и их анализ. Картографическое отображение и анализ таких динамических процессов, как, например, эрозия почв, загрязнение внутренних водоемов, изменение растительного покрова под воздействием вредных искусственных или естественных факторов, особенно нуждаются в использовании средств автоматизики.

Наиболее сложная проблема, возникающая при машинном анализе картографической информации, — это **автоматическое чтение карт**. Основная трудность здесь заключается в машинном распознавании знаков. На традиционных картах знаки рассчитаны на зрительное восприятие, но при этом не учитываются разрешающая способность и логические возможности машин. И хотя сегодня машины уже «читают» некоторые традиционные карты, на которых информация представлена ограниченным числом простых по рисунку знаков, изображение других карт настолько сложно (особенно, когда сложные многоцветные знаки пересекаются или соприкасаются друг с другом), что пока трудно их прочесть с помощью машин.

Ненадежность распознавания знаков и большие затраты машинного времени на обработку привели к тому, что в ряде зарубежных стран, например в США, стали вручную переводить картографическую информацию в цифровой вид для ввода в ЭВМ и для записи на машинные долговременные запоминающие устройства. Такая процедура кропотлива и трудоемка. Заметим, что перевод вручную только одной топографической карты в цифровой вид требует несколько сотен рабочих часов и большой объем магнитной ленты. Последнее усложняет и хранение информации, и ее поиск. Ведь карта по своей информативности значительно превышает возможности магнитной ленты, к тому же она дает наглядное и образное представление об информации.

Сейчас возникла проблема разработки такой формы картографического отображения информации, при которой не только человек, но и машина могла бы сравнительно свободно читать и анализировать карту. Эффективность такого пути решения проблемы очевидна: если карту будет «читать» машина, то при высокой надежности и скорости машинного распознавания знаков мы получим полноценное долговременное запоминающее устройство. Подобное картографическое отображение информации будет обладать свойствами универсального языка, общего для человека и машины, а это значит, что мы упростим и сделаем более тесным взаимодействие человека с машиной. Карта, обладающая такими свойствами, называется **нормализованной**.

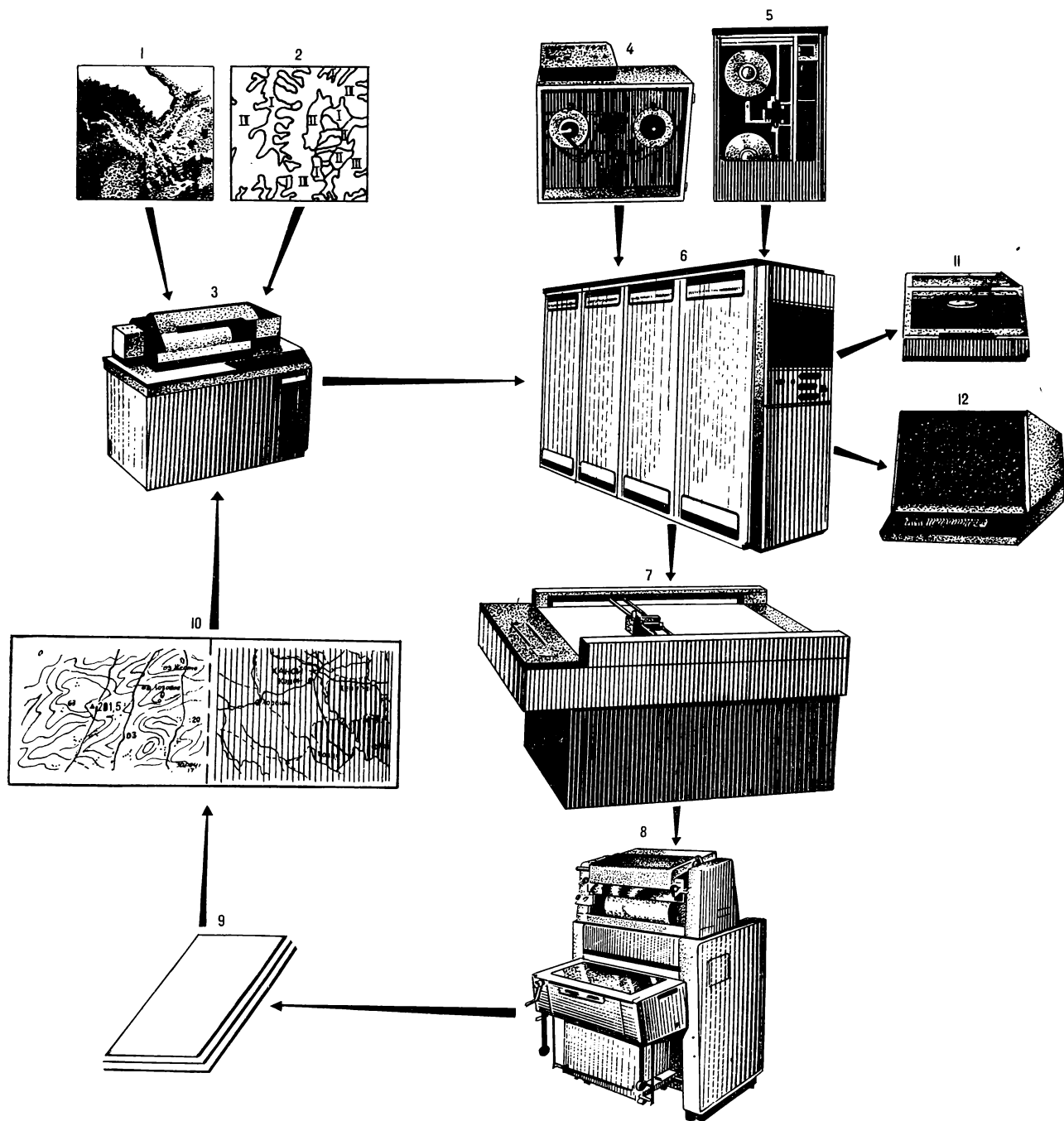


Схема автоматизированной системы создания и анализа нормализованных карт. Условные обозначения: 1, 2 — первичная картографическая информация в нормализованном виде; 3 — автоматическое считывание

(с частичным распознаванием) и ввод в ЭВМ; 4, 5 — ввод цифровой первичной информации; 6 — обработка информации в ЭВМ; 7 — построение нормализованных карт на графопостроителе; 8 — размножение карт полиграфическими средствами; 9 — хранение карт; 10 — поиск за-

данных карт для автоматического считывания устройством 3; 11 — выдача результатов обработки в цифровом виде для создания банка данных; 12 — представление информации на экране электронно-лучевой трубки и диалога с ЭВМ

Нормализованные карты можно микрофильмировать и голографировать. Это необходимо для того, чтобы информация хранилась в компактном виде и облегчалась автоматизация ее поиска. Обработать картографическую информацию можно не только с помощью дискретных цифровых вычислительных машин, но и с использованием когерентной оптики, которая позволяет осуществлять распознавание и различные интегральные преобразования информации на принципах оптической фильтрации. Новые методы отображения информации с карт, напечатанных на бумаге, или с микрофильмов дают возможность распознавать знаки в одномерном пространстве, то есть за время движения считывающей головки сканера по одной траектории вдоль поля карты. Таким образом можно оперативно обрабатывать большие массивы информации.

Нормализованные карты как нельзя лучше помогают обрабатывать разнообразную информацию о природных ресурсах. Они также содержат все многообразие природных и социально-экономических явлений в их комплексности и обобщенности. Начиная с показа конкретных локальных образований, эти карты передают развитие процессов до их глобального

масштаба. Таким образом, нормализованные карты превращаются в мощное средство анализа информации о Земле и ее природных ресурсах, а также о небесных телах и космическом пространстве.

Сейчас организуются картографические секции при отделениях ВАГО в ряде городов нашей страны. Нужно объединить картографов и многих других специалистов, занимающихся картографией. Только в этом случае можно будет целенаправленно и плодотворно решать как фундаментальные проблемы науки, так и прикладные вопросы картографии, связанные с различными отраслями науки и производства (геологии, географии, геофизики, астрономии, сельского хозяйства, демографии).

Создание самостоятельной картографической секции в ВАГО позволит поднять такие проблемы общей теории и методологии картографии, как математическая картография, картографические методы отображения информации, автоматизация в картографии и другие, которые ни в одном из научных обществ не рассматривались или же затрагивались частично. Вступая в ВАГО, картографы связывают свои надежды с возможностью установить научные контакты с организациями и отдельными спе-

циалистами-некартографами, занятыми важнейшими проблемами картографии — автоматизацией построения и анализа карт, особенно в области геологии, геофизики и метеорологии. Это, в свою очередь, будет способствовать обмену опытом и научной информацией и позволит исключить дублирование, объединить усилия в решении общих проблем картографии. Картографическая секция ВАГО станет своеобразным координирующим научным центром, и одной из ее главных задач будет повышение эффективности внедрения в народное хозяйство страны новейших картографических методов отображения и анализа информации.

Картография неотделима от геодезии. Она не может существовать без тесной взаимосвязи с геодезией, ведь основа карты — геодезическая. И то, что картография долгое время не была представлена в ВАГО, серьезное упущение. Тем более, что в первом параграфе устава ВАГО записано: «Всесоюзное астрономо-геодезическое общество является добровольной научно-общественной организацией граждан СССР, ведущих работу в области астрономии, геодезии и картографии».



ПОИСКИ РАДИОСИГНАЛОВ ВНЕЗЕМНЫХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

На 305-метровом радиотелескопе в Аресибо (Пуэрто-Рико) американский радиоастроном П. Горовитц недавно провел беспрецедентные по

чувствительности поиски сигналов внеземных цивилизаций.

По мнению Горовитца, внеземные цивилизации могут посылать сигналы к Солнцу в очень узкой полосе частот вблизи 1420 МГц (длина волны 21 см) — линия излучения межзвездного водорода. Кроме того, Горовитц полагает, что ушедшая далеко от нас в своем развитии внеземная цивилизация должна «упрощать» сигнал, подбирая частоту так, что, когда сигнал достигнет Солнечной системы, его частота будет соответствовать лабораторной линии излучения водорода.

Поисками были охвачены примерно 200 звезд солнечного типа, расположенные не далее 25 пс (82 световых года) от Солнца. Склонение звезд было заключено между 0° и $+38^\circ$ — предел, доступный радиотелескопу в Аресибо.

Для каждого наблюдения полная полоса частот в 1000 Гц исследовалась с разрешением 0,015 Гц. В течение 100 секунд наблюдений вращение Земли вызывает значительный доплеровский сдвиг частоты любого внеземного сигнала. Чтобы обеспечить при наблюдениях измерение неискаженной частоты сигнала, при-



ГИПОТЕЗЫ.
ДИСКУССИИ.
ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Профессор
Л. В. ЛЕСКОВ

Внеземные цивилизации: вероятность существования

По вопросу о множественности миров до сих пор высказываются противоположные точки зрения. Так, член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский недавно выдвинул ряд серьезных доводов в пользу того, что мы практически одиноки во Вселенной*. Возражая ему, член-корреспондент АН СССР Н. С. Кардашев формулирует другую точку зрения, согласно которой число космических цивилизаций, даже существующих одновременно, может быть значительным**.

* И. С. Шкловский. О возможной уникальности разумной жизни во Вселенной. «Вопросы философии», № 9, 1976.

** Н. С. Кардашев. О стратегии поиска внеземных цивилизаций. «Вопросы философии», № 12, 1977.

Для оценки числа цивилизаций, находящихся на таком же, как мы, или на более высоком уровне технического развития, часто используют формулу, предложенную Ф. Дрейком. Согласно этой формуле, число цивилизаций N в Галактике, достигших такого уровня развития, представляет собой произведение семи сомножителей:

$$N = R f_p n_e f_l f_i f_c L,$$

где R — скорость образования звезд в Галактике, f_p — доля звезд, обладающих планетными системами, n_e — среднее число планет в таких системах, пригодных для жизни, f_l — доля планет, на которых действительно возникла жизнь, f_i — доля планет, на которых появились разумные формы жизни, f_c — доля планет, на которых

цивилизация достигла уровня технического развития, позволяющего вступить в контакт с другими цивилизациями, L — средняя продолжительность существования таких цивилизаций.

Коэффициенты, входящие в формулу Дрейка, подробно обсуждались во время Первой советско-американской конференции по проблеме внеземных цивилизаций (Бюракан, сентябрь 1971 года).

Задача, которую поставил перед собой автор статьи, — ввести в формулу Дрейка еще один коэффициент, учитывающий вероятность достижения цивилизацией соответствующего этим стадиям уровня энергопотребления.

Уровень развития космической цивилизации можно характеризовать величиной потребляемой ею энергии. Согласно классификации, предложенной Н. С. Кардашевым, цивилизации I, II и III типа — это цивилизации, вышедшие на уровень энергопотребления в масштабе своей планеты, звезды или галактики в целом (соответственно, 10^{24} эрг/с, $4 \cdot 10^{33}$ эрг/с и $4 \cdot 10^{44}$ эрг/с).

Рассмотрим проблемы, возникающие перед цивилизацией, которая уже овладела энергией в масштабе собственной планеты и вышла на рубеж превращения в цивилизацию II или III типа. Известны различные предложения, как овладеть значительной частью энергии, излучаемой звездой. Одно из них — соорудить вокруг Солнца гигантскую сферу радиусом около 1 а. е. («сфера Дайсона») («Земля и Вселенная», № 6, 1968, с. 68—74.— Ред.). Если, например, согласно оценкам И. С. Шкловского, для сооружения такой сферы исполь-

емник приходилось перестраивать по частоте каждые несколько миллисекунд!

Эта необычная для радиоастрономии процедура позволила легко выделить узкополосные помехи земного происхождения. Ведь они не показывают подобного сдвига в течение наблюдений. Таким образом удалось избежать трудности, которая обычно сильно усложняет поиски сигналов внеземных цивилизаций, и по крайней мере в 100 раз увеличить чувствительность по сравнению с предшествующими экспериментами.

Был проведен обзор 185 звезд, при-

чем 60 из них — не один раз. Наблюдения осуществлялись в январе — апреле 1978 года на протяжении 80 часов. Ни один статистически значимый узкополосный сигнал не был обнаружен. Чувствительность, достигнутая в ходе эксперимента, была достаточной для того, чтобы зарегистрировать сигнал мощностью 1 МВт, если он был послан с расстояния 370 пс такой же антенной, как в Арецибо.

Может быть, получено доказательство единственности земной цивилизации в пределах 25 пс от Солнца?

«Sky and Telescope», 56, 5, 1978.

звать массу Юпитера, то над каждым квадратным сантиметром ее поверхности находилось бы около 200 г вещества. Иными словами, толщина сферы составила бы 100—200 см. Юпитер, как и другие планеты-гиганты, состоит, по всей вероятности, главным образом из легких газов, которые вряд ли пригодны в качестве строительного материала для таких сооружений. Если все же попытаться реализовать подобный проект, используя вещество планет земной группы и спутников планет-гигантов, то толщина сферы окажется лишь порядка 1 см.

Предположим, что некоторая часть цивилизаций все-таки достигла первой стадии. Овладев ресурсами и энергией собственной планеты, она, видимо, попытается овладеть также и энергией, излучаемой своей звездой.

Такой процесс освоения цивилизацией космического пространства вокруг центральной звезды будет носить в значительной степени **экстенсивный характер** (количественное расширение, а не качественное). Но динамические системы, развивающиеся по экстенсивным законам, давно стали предметом математического анализа. При этом следует учитывать некоторые закономерности эволюции цивилизации, хорошо известные применительно к истории человечества, но, по всей вероятности, носящие более общий характер. Первая из них состоит в неравномерности развития, в различии скоростей сложных научно-технических, социальных, демографических, экологических и других процессов, сопровождающих это развитие. Вторая закономерность связана с ограниченностью природных и иных ресурсов, которыми располагает развивающаяся цивилизация (выше мы привели конкретный пример таких ограничений).

Динамические системы, развивающиеся по экстенсивным законам в условиях ограниченности ресурсов и различных скоростей характерных процессов, подвержены неустойчивости развития и возникновению различного рода кризисных ситуаций. Чтобы преодолеть подобные кризисные ситуации и обеспечить стабильность динамической системы, необходимо

вести в нее регулирующие воздействия. Укажем для примера работу В. А. Егорова с соавторами, в которой применительно к земной цивилизации в качестве таких регулирующих факторов рассматриваются восстановление природных ресурсов и уничтожение загрязнений*. Поскольку введение таких факторов требует значительных затрат, экстенсивное развитие цивилизации может замедлиться или прекратиться вовсе.

Переход к космическим масштабам может привести лишь к количественным изменениям в сделанных выводах. Скорее всего, продолжающаяся космическая экспансия цивилизации потребует все более значительного усиления управляющих и регулирующих воздействий на систему, необходимых для предотвращения тех или иных критических ситуаций. Поэтому неясно, насколько значительна часть цивилизаций, которые предпочтут пойти на риск повторения таких ситуаций ради дальнейшего продвижения к поставленной цели — овладению энергией своего солнца, по сравнению с теми, которые выберут не столь увлекательное, но более устойчивое будущее.

Сделаем следующий шаг и рассмотрим сложности, связанные с выходом цивилизации к ближайшим звездам. Отметим прежде всего тот факт, что космическая деятельность цивилизации неизбежно имеет двойственный характер: с одной стороны, она связана с развитием науки, с получением новой информации о природе, а с другой, — с индустриализацией космического пространства, то есть с промышленным освоением рассеянных в нем источников энергии и материальных ресурсов.

Учитывая современный уровень развития космонавтики и перспективы ее прогресса в обозримом будущем, можно считать, что по крайней мере на начальном этапе перехода от второй к третьей стадии своего развития цивилизации не следует возлагать сколько-нибудь значитель-

ных надежд на использование звезд в своих производственных целях.

Допустим, что часть цивилизаций, преодолев вторую стадию своего развития, устремилась к третьей — к овладению всеми энергетическими ресурсами своей галактики. Согласно оценкам И. С. Шкловского, такой процесс «диффузии» цивилизации II типа в галактику требует «освоения» за один земной год порядка $2 \cdot 10^4$ звезд.

Задумавшись, что означает эта цифра. «Освоить» — это не только заселить планеты, изменить их климат, приспособить физические условия, построить вокруг каждой звезды колоссальные сооружения вроде «сферы Дайсона» или иных космических поселений. «Освоить» — это еще и включить вновь приобретенные космические территории в состав растущей цивилизации, сделать всеобщим достоянием сведения о новой звездной системе, о ее особенностях и ресурсах. «Освоить» — это наладить регулярный обмен материальными ценностями: чего-то первопроходцам будет неизбежно не хватать, чем-то в порядке компенсации они смогут снабжать соседей. И весь этот громадный объем работы за один только оборот Земли вокруг своего светила, затерянного где-то на окраине одной из галактик? И все это повторить десять, двадцать тысяч раз в год?!

Впрочем, все эти соображения можно отвергнуть, вспомнив о могуществе цивилизаций, о действиях которых мы, ничтоже сумняшеся, взяли судить. С этим нельзя не согласиться. Действительно, трудно вообразить себя на месте существ, достигших подобного могущества. Но поставленная нами цель состоит не в исследовании условий существования подобных цивилизаций, а в оценке вероятности их возникновения. Поскольку же мы, со всей очевидностью, находимся к началу звездного пути намного ближе, нежели к его триумфальному завершению, то для первого, начального этапа их деятельности наши земные критические соображения приобретают значительно больший вес, чем это может показаться.

Допустим, что в безбрежных про-

* В. А. Егоров и др. Решение одной задачи для глобальной динамической модели Форрестора. М., Институт прикладной математики АН СССР. Препринт № 56, 1974.

сторях Вселенной нашлось некоторое число цивилизаций, которым удалось каким-то неизвестным нам путем преодолеть трудности перехода к третьей стадии. Возможно, они сделают и следующий шаг — попытаются заселить соседние галактики. Следуя установленной терминологии, мы можем присвоить цивилизации, отважившейся на этот новый смелый штурм, наименование цивилизации IV типа.

Но, учитывая все проанализированные выше трудности, более логично предположить, что наши гипотетические астроинженеры попытаются искать выход на каких-то совсем иных путях, принципиально отличных от чисто арифметического освоения безграничных космических пространств и потребления энергии в галактических масштабах.

Вернемся теперь к вопросу, который был сформулирован в начале статьи, и попытаемся выяснить, каким образом на основании качественного анализа трудностей, с которыми неизбежно должны столкнуться цивилизации, выбравшие стратегию неограниченной космической «экспансии», можно сделать какие-то численные оценки. Прежде всего, из приведен-

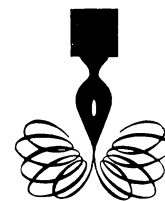
ного анализа можно сделать один качественный вывод: вероятность f выхода цивилизации на уровень энергопотребления E — это некоторая функция самой величины E . Что касается попыток каким-либо образом конкретизировать вид этой функциональной зависимости и подсчитать с ее помощью поправки, которые необходимо ввести в формулу Дрейка, то они по необходимости могут носить характер чисто личностных экспертных оценок.

Автор предлагает оценивать указанную вероятность по формуле:

$$f = \exp(-0,71g E/E_0),$$

где $E_0 = 10^{24}$ эрг/с — энергопотребление в масштабах планеты. С помощью этой формулы получаем для цивилизации I типа ($E=E_0$) $f_1=1$, II типа — $f_2 \approx 10^{-3}$ и III типа — $f_3 \approx 10^{-6}$.

По мнению специалистов, в нашей Галактике за время ее жизни возможно существование около 10^5 цивилизаций, а продолжительность жизни каждой из них в среднем порядка 10^5 лет. Учитывая, что возраст Галактики 10^9 лет, и принимая во внимание значения коэффициента f , находим, что **одновременно** с земной



Г ИПОТЕЗЫ,
ДИСКУССИИ,
ПРЕДЛОЖЕНИЯ

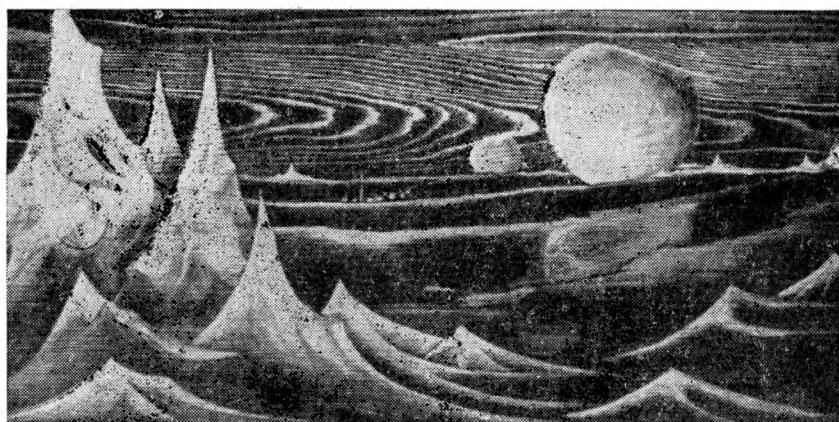
цивилизацией в Галактике могут существовать 10 цивилизаций I типа, а цивилизаций II и III типа нет вовсе.

Подтверждают ли сделанные оценки мнение о малой заселенности Космоса и о нашем «практическом одиночестве» во Вселенной? Ни в коей мере. Напротив, сами проанализированные выше трудности и кризисные ситуации, которые ожидают цивилизацию, избравшую путь неограниченной космической «экспансии», подсказывают ответ на вопрос, как избежать этих трудностей. Для этого достаточно отказаться от подобной стратегии и сделать выбор в пользу **интенсивного**, а не экстенсивного развития цивилизации.



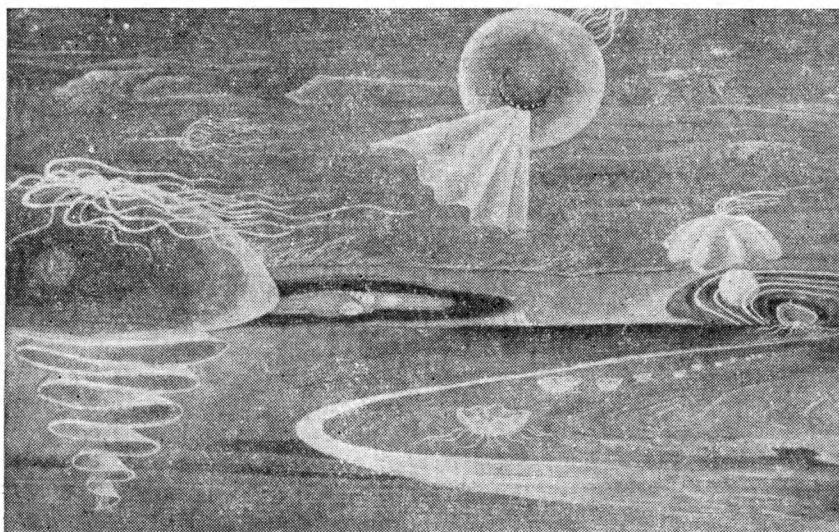
КОСМИЧЕСКИЕ СЮЖЕТЫ, ПОДСКАЗАННЫЕ ПРИРОДОЙ

Необычными, чудодейственными мпрами названы зрителем живописные работы Нины Якимовой. Выставка их состоялась в августе 1978 года в Доме культуры Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Картины Н. Якимовой пора-



жают романтическим настроением, диапазоном творческой фантазии, в них фантастическое сливается с реальным.

■
«Ледяные пики»



Штернберга и Института космических исследований АН СССР. Н. Якимова неоднократно принимала участие в выставках художников-любителей, репродукции ее картин публиковались в журналах и сборниках научно-фантастических рассказов.

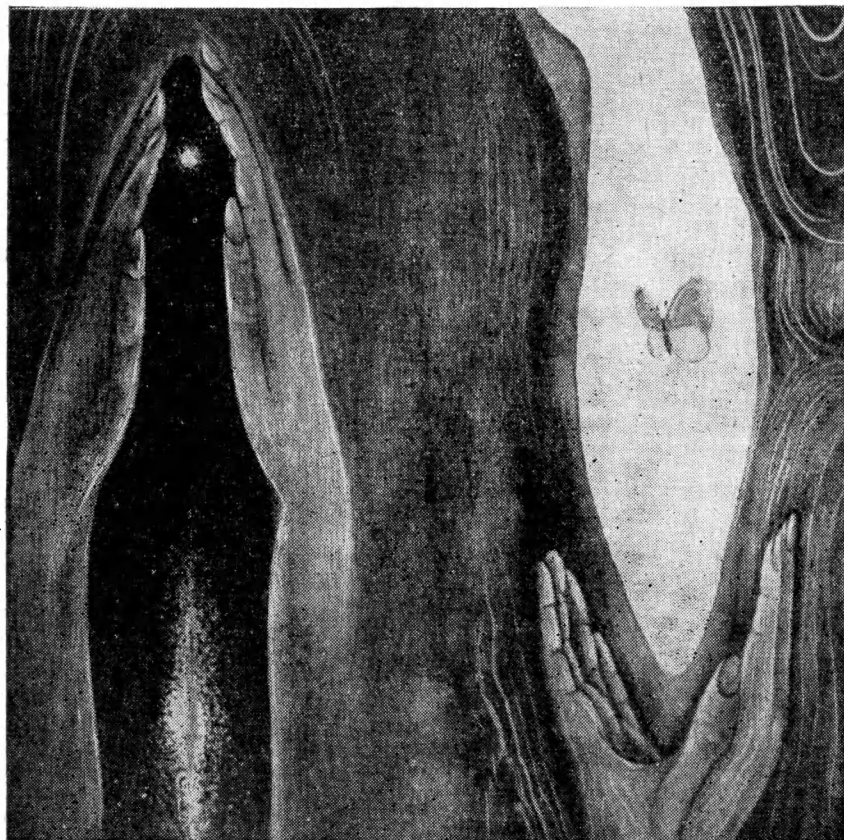
Космические мотивы появились в рисунках Н. Якимовой еще в школьные годы, когда, увлеченная звездами и небом, она занималась в астрономическом кружке Московского планетария. Потом — учеба в Московском государственном университете. Н. Якимова окончила астрономическое отделение физического факультета, защитила кандидатскую диссертацию. Некоторое время она жила и работала в поселке Научном в Крыму, а несколько лет спустя здесь же состоялась выставка ее картин.

На обычной доске или фанере Н. Якимова изображает ландшафты других планет, необычные космические конструкции, далекие звездные миры. Разрабатывая сюжеты, вглядываясь в геометрическое многообразие узоров на доске, Н. Якимова следует за текстурой древесных срезов, тактично подчеркивая линию, выделяя ее цветом. В волнистых линиях она может передать свое представление о деревьях и цветах, космосе и голубом континенте Земли.

Вытянутые эллипсы — типичная структура дерева. Очень часто изображение художницы превращает эти эллипсы в руки. В ладонях человека заключена планета Марс (картина «Здравствуй, Марс!»), земное небо с порхающей голубой бабочкой и наша Галактика («В ладонях»). Картина «В порыве» воспроизводит мир неизвестной планеты, над поверхностью которой парят необычные космические аппараты. На картине «Ледяные пики» представлен как будто знакомый нам пейзаж, в который органично вписан спутник планеты.

Н. Якимову нередко спрашивают, почему она пишет только по дереву? И художница отвечает, что рисунок дерева подсказывает сюжеты, которые не изобразишь на ином материале.

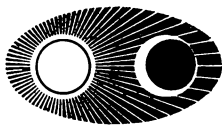
Л. И. ГУДКОВА



■ «В порыве»

■ «В ладонях»

Впервые Н. Якимова показала свои работы пять лет назад. С ними познакомились сотрудники Астрономического института имени П. К.



АСТРОНОМИ-
ЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

Начатая журналом «Земля и Вселенная» [№ 1, 1975, с. 80—84] дискуссия о проекте школьной программы по астрономии продолжает волновать наших читателей. Наряду с отдельными замечаниями и предложениями в редакцию поступили варианты новых проектов программы. Ниже публикуются отклики на проект программы, предложенный Комиссией по астрономии Ученого методического совета Министерства просвещения СССР («Земля и Вселенная», № 4, 1978, с. 66—68).

Учитель физики и астрономии
Е. Л. ТРУБЧАНИНОВА (Ленинградская
обл.)
Доцент Л. В. ЖУКОВ (Ленинград)

Наши соображения

Мы полагаем, что, несмотря на явно выраженный «звездно-астрофизический уклон», вариант программы, предложенный Комиссией по астрономии Ученого методического совета Министерства просвещения СССР, имеет право на испытание временем и его можно положить в основу школьного курса астрономии.

Разбивка материала по разделам в проекте в основном правильно отражает структуру современной астрономии. Однако желательны внести в проект некоторые уточнения.

В формулировке раздела 1 «Астрономия — как наука о природе небесных тел и наиболее общих закономерностях строения и эволюции материи» слова «наиболее общих» лишние. Говоря о роли астрономии в развитии диалектико-материалистического мировоззрения, не стоит употреблять слово «ведущая»: астрономия лишь одна из наук, развивающих такое мировоззрение. Неясна формулировка «Пространственно-временные масштабы... Вселенной». Что здесь должен рассказывать учитель и какими единицами измерений пользоваться?

В разделе 2 «Видимые положения и движения светил» требуется переконпоновка материала. При рассмотрении темы «Астрономические координаты» уже необходимо иметь понятие о полюсе мира. Теорему о численном равенстве высоты Северного полюса мира над горизонтом географической широте места наблюдения целесообразно давать перед изложением вопросов «Восход и заход светил. Кульминация», ибо явления восхода, захода и кульминации светил зависят от широты места на-

блюдения. Формулировка самой теоремы в проекте программы неточна.

Раздел 4 «Действительные движения небесных тел, определение расстояний и масс» не вызывает возражений за исключением двух пунктов. Логичнее законы Кеплера изучать после закона всемирного тяготения и перед рассмотрением движения Земли вокруг Солнца и Луны вокруг Земли. Разумно и естественно, на наш взгляд, сам раздел 4 поместить после раздела 2, непосредственно переходя от видимых к действительным движениям светил.

Некоторые нелогичности есть в содержании раздела 3 «Понятие о методах астрономических исследований». В практике школьного обучения визуальные наблюдения с биноклем или с простейшим телескопом преобладают над другими (если наблюдения проводятся вообще). Поэтому описание телескопов разных типов и простейших методов наблюдений естественно дать в начале раздела. Забыто не только применение фотографии в астрономии, но и понятие о звездных величинах и цветовых характеристиках звезд. Нет конкретности в пунктах, касающихся использования спектрального анализа в астрономии. Короче, раздел 3 недостаточно продуман, расплывчат и требует переработки.

В преамбуле к проекту программы подчеркивается, что «предлагаемый проект исходит из необходимости ограничить курс астрономии наиболее

важными вопросами, которые знакомы учащимся с фундаментом современной науки о Вселенной и будут способствовать формированию у них диалектико-материалистического мировоззрения». Тогда тем более необходимо предусмотреть изложение материала, который позволяет выявить общие закономерности во Вселенной, взаимосвязь между отдельными наблюдаемыми фактами и явлениями, то есть служит основой для построения теорий происхождения и развития объектов Вселенной и ее самой в целом. С этой точки зрения совершенно непонятно отсутствие в программе таких вопросов, как «Общие закономерности в Солнечной системе» (раздел 6), «Спектральная классификация» и «Диаграмма Герцшпрунга — Рассела» (раздел 5), «Роль исследований рассеянных и шаровых скоплений для построения теорий звездной эволюции» (разделы 7 и 9). Можно предвидеть, что учебник, написанный в соответствии с предложенным проектом программы, будет иметь ярко выраженный описательный характер.

Вряд ли стоит применять в программе курса современной астрономии устаревшие выражения (типа «Туманность Андромеды» в разделе 8) вместо правильных. Неудачны также формулировки «Проблема (?) определений расстояний до галактик» и «Проблема (?) жизни во Вселенной». Очевидно, что изложение этих «проблем» станет самой большой проблемой для учителя.

К недостатку проекта относится чрезвычайно ограниченное число практических занятий. Раздел 10 «Астрономические наблюдения» включает некоторые наблюдательные работы, но ни одного часа учебного времени на наблюдения не планируется. Не предусмотрено и решение хотя бы нескольких задач по тому или иному разделу программы.

Заканчивая краткий обзор проекта программы, отметим, что даже ве-

ликолепная программа не панацея от всех бед школьного астрономического образования. Мы понимаем, что на основе программы должен быть написан учебник (для начала, может быть, и не один!). Хотим высказать пожелание, чтобы учебник отражал действительное состояние современной астрономии, не был описательным, не грешил большим количеством ошибок. Желательно, на наш взгляд, издание хрестоматии по

астрономии, которая явилась бы хорошим подспорьем в работе учителя, в особенности учителя средней сельской школы. Следует быстрее решить вопрос о массовом выпуске учебного оборудования по астрономии.

И, наконец, для того, чтобы повысить ответственность учителей и учащихся, стоит всерьез подумать о вынесении вопросов по астрономии на выпускные экзамены.



Учебно-методическая секция Горьковского отделения ВАГО организовала обсуждение проекта школьной программы по астрономии на районных методических объединениях учителей, а затем провела семинар учителей астрономии школ города Горького.

По общему мнению участников семинара, проект программы, разработанный Комиссией по астрономии Ученого методического совета Министерства просвещения СССР, весьма далек от совершенства и неприемлем в предложенном виде для средней школы. Новый вариант еще более, чем существующая программа, страдает непоследовательностью, что затрудняет изложение курса астрономии за 35 часов. Так, например, предлагается сначала рассказать ученикам о движении Земли и Луны, а затем познакомиться с законами Кеплера. Не очень понятно, почему нельзя сразу дать весь материал о Луне — ее движение и физические свойства? Учителям легче излагать, а учащимся воспринимать материал в целом. Нелогично до изучения двойных звезд рассматривать их массы. Перечисленные подобных примеров можно было бы продолжить.

Желательно увеличить число часов, отводимых на классическую астрономию (раздел 2), с трех — по крайней мере до семи часов. Недостаточно времени уделяется изучению тел Солнечной системы (3 часа). Необходимое время можно найти, если сократить описательный раздел 5 («Природа Солнца и звезд»), объединить и сократить разделы 7 («Наша Галактика»),

**Председатель учебно-методической секции Горьковского отделения ВАГО
Е. И. МЕЛОХРИНО**

Учителя обсуждают программу

8 («Внегалактическая астрономия») и 9 («Эволюция во Вселенной»).

В рассматриваемом проекте программы, по сути, не отражена атеистическая направленность курса астрономии. На наш взгляд, нельзя в курсе астрономии обойти молчанием открытие Коперника и его значение для материалистического мировоззрения. Мало внимания уделяется практическому применению астрономии и достижениям космонавтики.

Необходимо, чтобы учащиеся имели представление об обсерваториях, об ученых-астрономах древности и нашего времени. Эти вопросы данный проект программы почти не затрагивает. К сожалению, авторы программы недооценивают и роль астрономических наблюдений. Их перечень краток и менее конкретен по сравнению даже с действующей программой.

Достоинством проекта программы участники семинара считают то обстоятельство, что методы астрономических исследований сосредоточены в ней в одном месте, в то время как в действующей программе они разбросаны по всему курсу. На наш взгляд, методы астрономии должны рассматриваться все сразу после «Введения».

Какой бы совершенной, научно обоснованной и красивой ни была программа, она не определяет пол-

ностью уровня преподавания данного предмета. Кроме программы учителям крайне необходима практическая методика изложения курса астрономии в школе, а ученикам — хороший учебник. Желательно, чтобы в учебнике, помимо основного материала по каждому разделу, содержались математические выкладки, напечатанные мелким шрифтом и предназначенные для любознательных учеников.

Очень многие школьники хотят, например, знать, как Эратосфен еще в III веке до нашей эры определил радиус Земли, как догадался Кеплер о законах движения планет и многое другое. Поэтому исторический материал учебника следует расширить. В частности, провести сравнение системы мира Птолемея и Коперника, подробнее рассказать о борьбе за научное мировоззрение.

В действующем учебнике мало сведений о небесных телах и космическом пространстве, полученных в последние годы методами космонавтики. Некоторые вопросы излагаются, как и 30 лет назад, будто за это время ничего не изменилось. Нужно расширить раздел о планетах, об условиях в околоземном пространстве, о солнечно-земных связях. И конечно же, новый учебник должен быть хорошо иллюстрирован, а его изложение — эмоциональным.

Знакомство с проектом школьной программы по астрономии, разработанной Комиссией по астрономии Ученого методического совета Министерства просвещения СССР, создает впечатление цельности и логической его завершенности. Проект включает почти все фундаментальные проблемы современной астрономии, способствующие формированию у школьников диалектико-материалистического мировоззрения.

Полагаю, что проект программы улучшится, если внести следующие изменения. В разделе 1 «Предмет астрономии» рассмотреть вопрос «Основные разделы астрономии». Учащиеся должны знать, что современная астрономия — обширная наука, включающая ряд отдельных направлений. Желательно дать представление школьникам о задачах астрометрии, небесной механики, астрофизики, звездной астрономии, космогонии и космологии.

В разделе 2 «Видимые положения и движения светил» параграф «Понятие о небесной сфере и астрономических координатах» заменить на «Понятие о небесной сфере и ее ос-

Доцент Ю. Н. КЛЕВЕНСКИЙ (Курск)

Необходимые уточнения

новых элементах» и «Понятие об астрономических координатах»; тему же «Полюс мира» нужно исключить. Дело в том, что при знакомстве с астрономическими системами координат придется говорить о небесном экваторе и полюсах мира, математическом горизонте и зените, а раскрывая понятие кульминации, — о небесном меридиане. В этом же разделе следует рассмотреть тему «Звездные карты и астрономические календари», без которой немыслимо сознательное восприятие основ астрономии.

Раздел 2 надо дополнить вопросом «Декретное и московское время» после темы «Принципы измерения времени в астрономии». Ведь многие школьники не имеют четкого представления о времени, которым они пользуются в повседневной жизни.

В разделе 4 «**Действительные движения небесных тел, определение**

расстояний и масс» первую тему «Размеры Земли» лучше сформулировать как «Размеры и форма Земли». После параграфа «Движение Земли и Луны вокруг Солнца» следует рассказать о «Фазах Луны», ибо последнее усваивается далеко не всеми учащимися.

В разделе 8 «**Внегалактическая астрономия»** вслед за «Проблемой определения расстояний до галактик» желательно изложить «Закон Хаббла».

На наш взгляд, полезно на один час увеличить время на изучение раздела 6 «**Физическая природа тел Солнечной системы»**, сократив, соответственно, часы, отведенные на изучение раздела 7 «**Наша Галактика»**.

В проекте программы нужно указать, какие умения и навыки должны приобрести учащиеся в процессе изучения курса астрономии.



Профессор В. В. РАДЗИЕВСКИЙ (Горький)

Школьная программа по астрономии: вопросы тактики и стратегии

Вот уже несколько лет продолжается составление новой школьной программы по астрономии. Ведутся изнурительные споры о последовательности изложения отдельных тем, о включении либо исключении тех или иных деталей, о методических аспектах курса, словом, о совокупности вопросов, которые можно было бы назвать тактическими. По-видимому, эти споры не имеют конца, ибо жизнь течет, информация возрастает, методика преподавания совершенствуется. Поэтому вряд ли нужно добиваться полного согласия по всем тактическим вопросам, затягивая принятие программы и создание соответствующего ей учебника.

Иначе дело обстоит с основными целями астрономической подготовки советского школьника в свете общих задач обучения и воспитания подра-

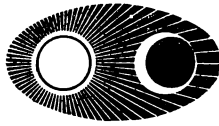
стающего поколения. Эти, если так можно выразиться, стратегические направления наших усилий не терпят разночтений, несогласованности, а тем более недооценки или даже полного игнорирования со стороны составителей программ. Стратегические основы программы достаточно стабильны и не зависят от мнения отдельных лиц. Они определяются политикой партии и правительства в области

среднего образования, закреплены Уставом советской школы, исходят из принципов советской дидактики.

К числу главных задач преподавания школьного курса астрономии относятся:

1. Доброкачественное изложение основ науки в объеме, соизмеримом с отводимым временем;

2. Использование повышенных возможностей астрономии для воспита-



АСТРОНОМИ-
ЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

ния диалектико-материалистического мировоззрения учащихся (проявление законов диалектики в масштабах Вселенной);

3. Использование повышенных возможностей астрономии для атеистического воспитания учащихся (история борьбы с религией против антропоцентризма за гелиоцентризм);

4. Использование недавно появившихся новых ярких возможностей астрономии для патриотического воспитания учащихся (СССР — родина космонавтики);

5. Сближение преподавания с требованиями жизни, с практикой будущей трудовой деятельности подрастающего поколения.

Если первые три пункта этого плана, сформулированные еще на заре существования советской средней школы, всегда и неукоснительно принимались составителями школьных программ, то четвертый, сравнительно новый пункт пока еще вызывает споры: следует или нет включать элементы космонавтики в школьный курс астрономии. Можно согласиться с тем, что очень важно и хорошо бы преподавать факультативный курс «Основы космонавтики» в большинстве школ. Но, во-первых, пока это лишь хорошее пожелание. Во-вторых, не нужно путать факультативный курс с курсом, обязательным для всех учащихся. В высшей степени несерьезной и противоречивой выглядит «аргументация» составителей недавно опубликованного в «Земле и Вселенной» проекта программы (№ 4, 1978, с. 66—68): «Факультативные курсы «Основы космонавтики» с успехом читаются в тех немногих (?! — В. Р.) школах, где они введены». Если этот

курс преподается в одной школе из тысячи (а это именно так), то можно ли вообще о нем упоминать? Надо честно признать, что необходимых сведений по космонавтике учащиеся средних школ не получают. Вот вам и связь с жизнью!

Создается парадоксальное положение: в учебнике астрономии для средней школы, изданном в ГДР, из 130 страниц общего объема семь (пять параграфов) посвящены космонавтике («Земля и Вселенная», № 6, 1978, с. 83—85. — Ред.). Школьник ГДР найдет в своем учебнике фамилии замечательных советских космонавтов Ю. Гагарина, В. Терешковой. В школьном же учебнике астрономии Б. А. Воронцова-Вельяминова (всего 140 страниц) космонавтике посвящен крошечный параграф (19 строк). Ни одной фамилии космонавта ученик страны, открывшей космическую эру, в учебнике не найдет. Составители проекта новой программы вместо того, чтобы исправить это ненормальное положение вещей, ратуют за дальнейшее сокращение вопросов, связанных с космонавтикой. Комментарии, как говорится, излишни.

Еще более удивительно предложение составителей проекта сделать огромный шаг назад по сравнению с действующей программой и исключить из нее все вопросы атеистического характера. В проекте даже не упоминаются имена Коперника, Галилея, Бруно. Не излагается история борьбы науки против геоцентризма, образующего фундамент религиозно-антропоцентризма.

И все же решающий недостаток проекта новой программы не в этом. Главное, что его составители совершенно не учитывают недавно появившийся новый стратегический фактор, сформулированный в пятом пункте приведенного выше списка. Иными словами, они полностью игнорируют требования, вытекающие из решений XXV съезда КПСС и ряда последующих постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР о сближении обучения с практикой жизни, с подготовкой учащихся к ожидающей их трудовой деятельности.

По-видимому, составители программы не сумели преодолеть психологи-

ческий барьер, порождаемый приблизительно такими рассуждениями: «О Луне все основное мы уже знаем. Она даже нам наскучила. А вот черные дыры — это ново, таинственно, интересно, этому и надо учить школьников. Число часов, отводимое на изучение физической природы тел Солнечной системы, следует сократить с семи до трех (здесь все известно), а на изучение Галактики и Метагалактики — увеличить с семи часов до двенадцати».

Неправильно это, уважаемые коллеги! Для детей все ново и все интересно. А учить их следует прежде всего тому, что нам хорошо известно и с чем они сами столкнутся в своей практической деятельности.

Наконец, приходится поражаться легкости, с какой Комиссия по астрономии Ученого методического совета Министерства просвещения СССР игнорировала мнение астрономической общественности о содержании школьного образования. Ведь все изложенные в данной заметке идеи не выдумка автора этих строк. Они высказывались и поддерживались подавляющим большинством специалистов на многочисленных конференциях и съездах, обсуждавших проблемы преподавания астрономии в школе. Эти идеи опубликованы и на страницах «Учительской газеты», и в журнале «Земля и Вселенная», и в ряде других изданий. Возникает сомнение, принесет ли какую-либо пользу обсуждение проекта программы, если его составители с упорством, достойным лучшего применения, будут продолжать отстаивать свои ошибочные позиции.



Горьковскому отделению ВАГО — 90 лет

Старейшее в нашей стране Горьковское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества отметило в конце 1978 года 90-летие со дня основания. Предшественником отделения был знаменитый Нижегородский кружок любителей физики и астрономии — первое научное астрономическое общество в России («Земля и Вселенная», № 2, 1969, с. 75—79.— Ред.).

История кружка начинается с солнечного затмения 7(19) августа 1887 года. Полоса полной фазы затмения проходила через город Юрьевец, расположенный на берегу Волги в 154 км от Нижнего Новгорода. Наблюдать это редкое явление выехала в Юрьевец на четырех пароходах интеллигенция Нижнего Новгорода. На одном из пароходов находился В. Г. Короленько, описавший поездку в очерке «На затмении». На обратном пути у любителей астрономии родилась идея создания в Нижнем Новгороде Общества любителей физики и астрономии.

23 октября (4 ноября) 1888 года состоялось торжественное открытие кружка. В первом параграфе его устава было записано: «Нижегородский кружок любителей физики и астрономии имеет целью содействовать развитию астрономических, физических и всех относящихся к ним знаний». Члены кружка предполагали организовать в городе обсерваторию, доступную всем желающим наблюдать небо.

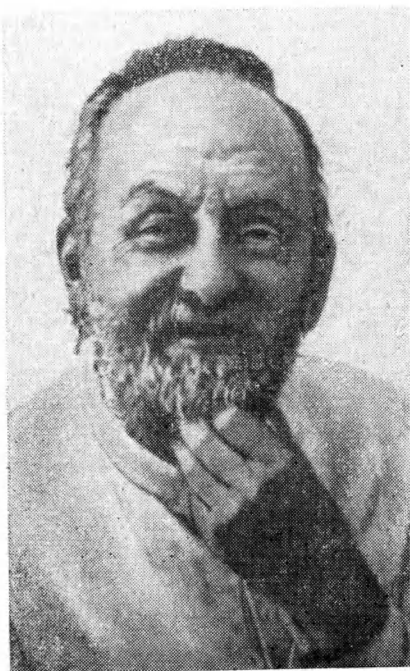
В первые годы деятельность кружка фактически сводилась к чтению лекций по астрономии, физике и другим наукам. Астрономические лекции часто сопровождалось обозрением в



telescop звездного неба. В местных газетах «Волгарь» и «Губернские ведомости» регулярно печатались «Краткие астрономические вести». Позже эта рубрика стала постоянной в столичных журналах «Наука и жизнь» и «Научное обозрение».

Обложки «Русского астрономического календаря», издающегося с 1894 года

Переписка с читателями журналов подсказала идею издания «Русского астрономического календаря». Его первый выпуск увидел свет в Петербурге в 1894 году как новогоднее приложение к журналу «Научное обозрение». Три последующих выпуска публиковались в Москве, а в дальнейшем «Русский астрономический календарь» издавался в Нижнем Новгороде и вплоть до 1950 года печатался

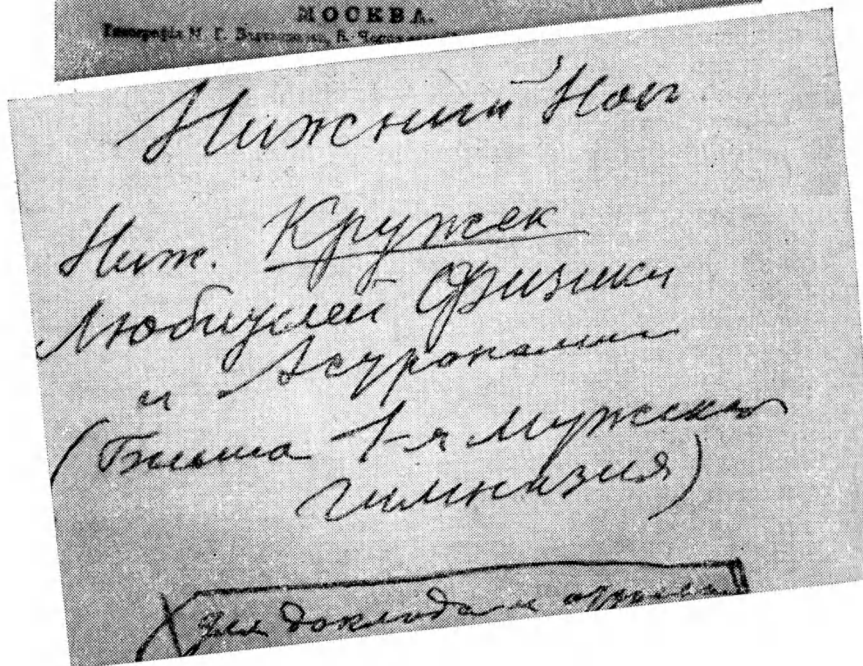
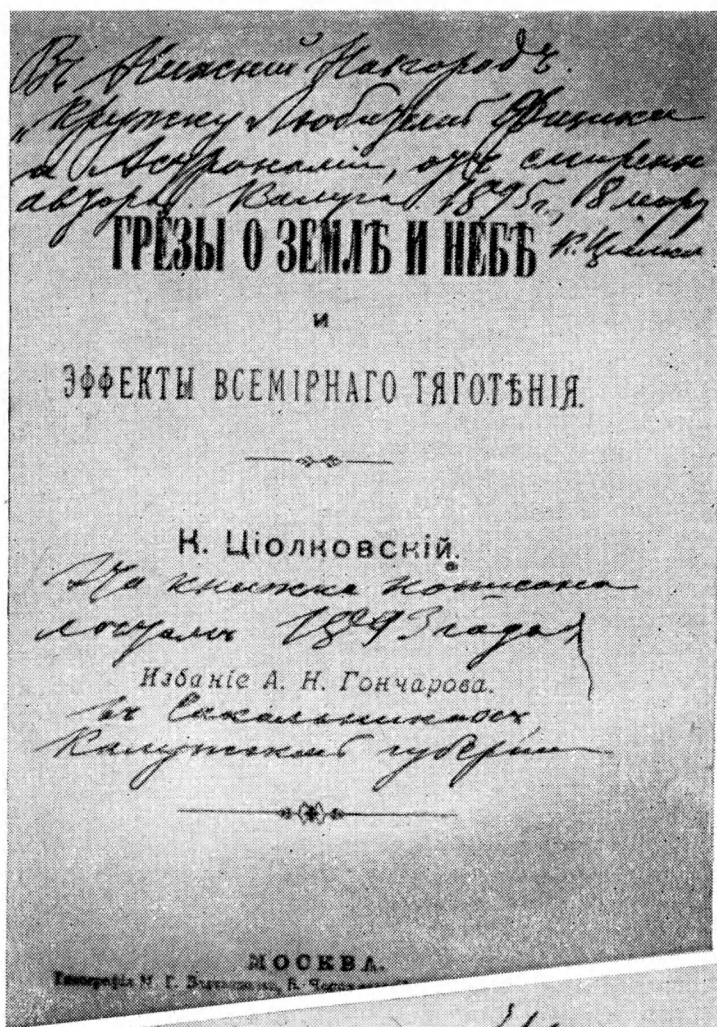


в одной и той же типографии, размещившейся в доме 32 по Варварке (улица Фигнер). В 1900 году на Всемирной выставке в Париже «Русскому астрономическому календарю» была присуждена Большая серебряная медаль.

Признание календарь получил прежде всего потому, что к его составлению привлекались видные ученые, талантливые педагоги и опытные любители астрономии из разных городов страны. В календаре были опубликованы статьи А. А. Белопольского, П. П. Лазарева, А. А. Михайлова, Н. П. Барабашова, С. Н. Блажко, С. П. Глазенапа, Г. А. Тихова, А. Б. Северного, Э. Р. Мустеля, В. В. Федынского, В. П. Щеглова и многих других. Для любителей астрономии очень

К. Э. Циолковский — иногородный член Нижегородского кружка любителей физики и астрономии

Работы К. Э. Циолковского, направленные автором в Нижегородский кружок любителей физики и астрономии





ценным был раздел «Успехи астрономии». Его вели такие известные астрономы, как К. Л. Баев, Э. Шенберг, С. Н. Блажко, И. Ф. Полак, П. П. Паренаго и Д. Я. Мартынов.

В советский период календарь становится необходимым пособием, который Наркомпрос рекомендовал своим учебным заведениям. С 1952 года календарь издается в Москве, но члены Горьковского отделения ВАГО продолжают принимать активное участие в его составлении. Вышел уже 80-й выпуск календаря.

Авторитет Нижегородского кружка любителей астрономии и физики был велик. Почетными членами кружка состояли астрономы Ф. А. Бредихин, А. А. Белопольский, П. К. Штернберг, С. М. Глазенап, В. К. Цераский, С. П. Костинский, О. А. Баклунд, М. Ф. Хандриков, Д. И. Дубяго и неастрономы П. Н. Лебедев, Н. Е. Жуковский, Н. А. Умов, Д. И. Менделеев, А. П. Карпинский, В. А. Стеклов. Почетным членом кружка был талантливый популяризатор астрономии К. Фламмарин.

Энтузиазм нижегородцев привлекал многих любителей астрономии из других городов страны. В 1893 году на заседании кружка слушалось сообщение иногороднего члена кружка, учителя из Калуги К. Э. Циолковского на тему «Всемирное тяготение как главный источник мировой энергии». Доклад К. Э. Циолковского был реко-

мендован к печати и опубликован в журнале «Наука и жизнь». В 1896 году кружок направил в журнал «Научное обозрение» и другую работу К. Э. Циолковского «Продолжительность лучеиспускания Солнца». Многие свои работы К. Э. Циолковский присылал в кружок с пометкой «для доклада и отзыва», полагаясь на эффективность здешней критики.

Нижегородский кружок любителей физики и астрономии всегда откликался на значительные события в городе и стране. Так, в 1891 году сбор от публичной лекции в сумме 160 рублей кружок передал «для устройства школьных столовых в местах, пострадавших от неурожая». В 1894 году члены кружка приняли участие в праздновании 100-летия со дня рождения знаменитого нижегородца Н. И. Лобачевского и в сборе средств на сооружение ему памятника в Казани. В 1916 году кружок многое сделал для открытия в Нижнем на-

родного университета. В годы революционного подъема в стране члены кружка читали лекции в Рабочем и солдатском клубе, рабочим и служащим Молитовской льнопрядильной фабрики.

В 1923 году при кружке была организована лаборатория-мастерская, в которой изготовлялись наглядные пособия по физике и астрономии для школ города. Научным руководителем лаборатории был Б. А. Остроумов — сотрудник Нижегородской радиолaborатории имени В. И. Ленина. В 1933 году лабораторию передали Горьковскому государственному университету.

В 1927 году завершилось строительство и оснащение обсерватории кружка. Через год коллектив наблюдателей под руководством Б. В. Кукаркина основал научно-исследовательский и информационный бюллетень «Переменные звезды». Он начал выходить на двух страницах, а с 1946 года этот уже солидный бюллетень издает Академия наук СССР. Бессменным редактором его в течение почти полувека был профессор Б. В. Кукаркин (1909—1977).

27 апреля 1934 года кружок любителей физики и астрономии был преобразован в отделение только что созданного Всесоюзного астрономо-геодезического общества. С тех пор Горьковское отделение ВАГО — одно из наиболее активных в обществе.

■
Солнечная корона 22 сентября 1968 года. Снимок сделан в поселке Есиль КазССР экспедицией Горьковского отделения ВАГО

■
Члены юношеской секции готовятся к наблюдениям



Председатель Горьковского отделения ВАГО профессор К. К. Дубровский (1888—1956) много труда вложил в организацию широтных наблюдений на параллели $56^{\circ}15,5'$. Была построена широтная станция, на которой с 1953 года начались регулярные наблюдения ярких зенитных звезд. В 1962 году вышел сборник «Труды Горьковской широтной станции имени К. К. Дубровского». В 1963 году широтная станция передана Горьковскому государственному университету.

Значительно оживилась деятельность Горьковского отделения ВАГО во время Международного геофизического года и Международного года спокойного Солнца (1957—1959 гг.). Активно велись наблюдения за искусственными спутниками Земли, серебристыми облаками и метеорами.

В последние годы в отделении активизировалась работа юношеской и учебно-методической секций. Члены юношеской секции — постоянные участники ежегодных конференций

научных обществ учащихся города Горького. В своих докладах они рассказывают о методике наблюдений метеоров, Солнца, переменных звезд, о сконструированных ими приборах — экспедиционном имитаторе метеоров, фотогелиографе, фотометре. Члены юношеской секции представляли Горьковское отделение на Конференции научных обществ учащихся РСФСР (Москва, 1975 г.), на III Всесоюзном слете юных астрономов (Баку, 1976 г.), на заседании Малой академии наук школьников Крыма (1977 г.). Их работы отмечались дипломами, грамотами и ценными призами. Учебно-методическая секция отделения регулярно организует астрономические олимпиады учащихся школ города и области. Полезную работу ведет и геодезическая секция, объединяющая геодезистов-производственников города.

Такова вкратце история первого научного астрономического общества в России. Общество многое сделало для распространения научных знаний среди населения. Эту благородную деятельность сейчас продолжают тысячи членов Всесоюзного астрономо-геодезического общества при Академии наук СССР.

Директор Ижевского музея
К. Э. Циолковского
А. И. КОВАЛЬ

Музей на родине Циолковского

Всего в ста километрах от Рязани, на границе Приокской поймы и Мещерских лесов, стоит старинное русское село Ижевское. Здесь в семье уездного лесничего 17 сентября 1857 года родился К. Э. Циолковский.

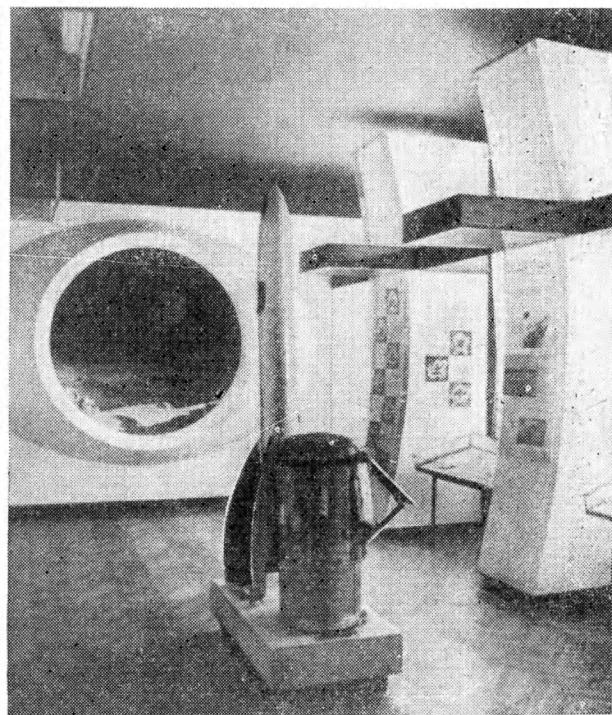
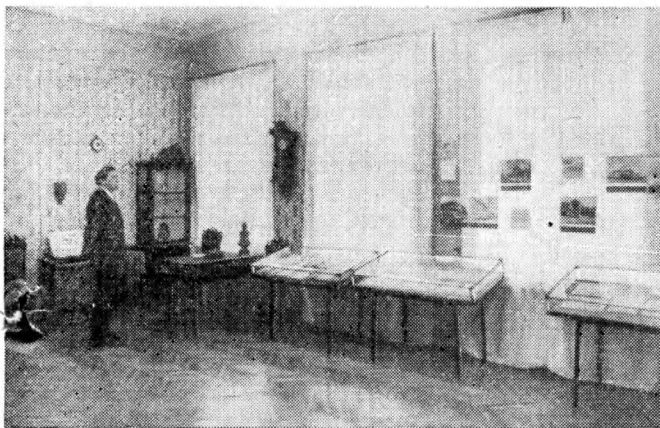
В 1967 году, в 110-ю годовщину со дня его рождения, в Ижевском был открыт небольшой музей. Первый экспонат музея, организованного на общественных началах, — полученное 11 января того же года письмо от Ю. А. Гагарина. «Благодарные потомки никогда не забудут человека, предвидевшего наше славное настоящее», — писал Ю. А. Гагарин ижевцам. В ответ на приглашение земляков Циолковского он обещал посетить родину ученого, но не успел..

В книгах о Циолковском мало освещен ранний, рязанский, период его жизни. Нам пришлось тщательно изучать все написанное о нем и вести поиски в архивах. Обнаружились интересные сведения, собрано немало ценных материалов. Большую помощь в этом оказали земляки Циолковского из Ижевского, калужане и многочисленные друзья из разных городов страны — участники ежегодных традиционных Чтений в Калуге, посвященных разработке научного наследия К. Э. Циолковского.

В июле 1969 года Ижевский музей стал филиалом Рязанского историко-архитектурного музея-заповедника. Шли годы. Накапливались экспонаты, росла популярность музея. В мае 1974 года Спасский райисполком передал под музей здание бывшей больницы.

И вот 17 сентября 1977 года в день 120-летия со дня рождения К. Э. Ци-

■
*На выставке, посвященной 80-летию
Горьковского отделения ВАГО*



Музей К. Э. Циолковского в селе
Ижевском Спасского района Рязан-
ской области

Фото Ю. С. Назарова

Экспозиция музея К. Э. Циолков-
ского

Фото Ю. С. Назарова



ный с пребыванием семьи Циолковских на рязанской земле.

Оригинально оформлен зал, посвященный научным открытиям К. Э. Циолковского. В полумраке зала выделяются ярко освещенные витрины с рукописями, чертежами и книгами. Показаны схемы автопилота Циолковского, первого космического корабля, ракеты и шлюзовой камеры из «Альбома космических путешествий». Здесь же экспонируются макет оболочки дирижабля и копия насоса для наполнения ее воздухом, макет пассажирской ракеты Циолковского.

Празднично выглядит зал, посвященный претворению в жизнь идей К. Э. Циолковского. В нем показаны работы учеников и последователей К. Э. Циолковского из первых ракетных научно-исследовательских и конструкторских организаций — ГДЛ, ГИРДа, Реактивного научно-исследовательского института. Экспонируются макеты первых реактивных двигателей и гирдовских ракет, головная часть метеорологической и парашютный отсек геофизической ракет, макет первого искусственного спутника Земли, суточный рацион питания и предметы личной гигиены космонавтов, глобус Луны. Украшает зал лунная диорама с макетом «Лунохода-1».

Следующий зал рассказывает о сегодняшнем дне родины Циолковского и его знатных земляках. В центре экспозиции — карта Рязанской области с новостройками десятой пятилетки. Фотографии и документы повествуют об успехах в сельском хозяйстве, промышленности, здравоохранении и культуре. Здесь же представлены портреты знатных земляков Циолковского.

Экспозиция завершается портретной галереей космонавтов СССР и ученых в области ракетной техники, витринами с подарками музею и филателистической выставкой о Циолковском. К 120-летию со дня рождения Циолковского музей получил переводной штемпель спецгашения, который вызвал большой интерес наших и зарубежных филателистов.

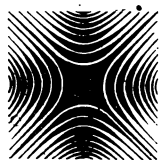
олковского состоялось торжественное открытие бронзового памятника и новой экспозиции музея. Это было второе рождение музея.

■
Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Ю. Н. Глазков возлагает цветы к памятнику К. Э. Циолковского в день открытия музея (1977 г.)

Фото В. А. Симакина

Вводная экспозиция начинается с бюста К. Э. Циолковского — авторской копии с его прижизненного скульптурного портрета, выполненного И. П. Архиповым, и космического панно — чеканка по металлу.

В экспозиции биографического зала проводится небольшой экскурс в историю села Ижевского. В музее довольно полно представлен ранний период биографии ученого, связан-



КОСМИЧЕСКАЯ
ФИЛАТЕЛИЯ

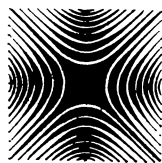
Космическая астрономия

Мы расскажем о марках, посвященных космическим летательным аппаратам, на которых были установлены телескопы и другие астрономические приборы, позволяющие проводить измерения за пределами земной атмосферы.

Уже второй советский искусственный спутник Земли был снабжен приборами для исследования излучения Солнца. Этому спутнику посвящены советские и зарубежные марки. Они были выпущены в СССР, Албании (1962), Венгрии (1963, 1975), ГДР (1966), на Кубе (1964), в Монголии (1963), Польше (1964), Румынии (1957, 1963), Чехословакии (1957).

Благоприятные возможности для использования астрономических инструментов в космических полетах реализованы на орбитальных станциях, где были установлены более мощные и совершенные телескопы. На орбитальной научной станции «Салют» (1971) была смонтирована астрофизическая обсерватория «Орион». Две советские марки рассказывают о подвиге героического экипажа станции. На марках — групповой портрет летчиков-космонавтов СССР Г. Т. Добровольского, В. Н. Волкова, В. И. Пацаева, корабль «Союз-11» со станцией «Салют». Многие страны — Венгрия, Болгария, Польша, Румыния, Вьетнам, Куба, Того — проявили исключительный интерес к этому космическому эксперименту, посвятив ему много марок и почтовых блоков. Интересна болгарская серия. На трех ее марках раздельно изображены станция «Салют», транспортный корабль «Союз-11», состыкованный комплекс «Салют»—«Союз-11». Ракурс станции позволяет





КОСМИЧЕСКАЯ
ФИЛАТЕЛИЯ



видеть нишу телескопа «Орион». Любопытна серия из пяти марок и блока, выпущенная в Рас-аль-Хайме (Объединенные Арабские Эмираты). На одной из них воспроизведена фотография экипажа на борту корабля «Союз-11», на другой показан момент причаливания корабля к станции.

Некоторые марки рассказывают об астрономических наблюдениях и исследованиях, проведенных космонавтами на борту космических кораблей. Так, например, на советской марке, посвященной полету корабля «Союз-13» (летчики-космонавты СССР П. И. Климук, В. В. Лебедев, 1973) читаем: «Астрофизическая обсерватория в космосе». Здесь же — портреты космонавтов и корабль-обсерватория.

Значительную часть научной программы, которая выполнялась двумя экспедициями («Союз-17», летчики-космонавты СССР А. А. Губарев, Г. М. Гречко, 1975; «Союз-18», летчики-космонавты СССР П. И. Климук, В. И. Севастьянов, 1975) на орбитальной станции «Салют-4», составляли астрономические наблюдения и исследования. Не случайно на марке,

изданной после полета А. А. Губарева и Г. М. Гречко, рядом с портретами космонавтов и комплексом «Салют-4»—«Союз-17» изображены Солнце и звезды. Любопытно, что все элементы рисунка советской марки с фотографической точностью воспроизведены на марках двух почтовых блоков, выпущенных в Лаосской Народно-Демократической Республике, и только композиционное расположение элементов отличает лаосскую марку от советской.

Второй экспедиции посвящена еще одна советская марка: летчики-космонавты СССР П. И. Климук и В. И. Севастьянов показаны на борту станции, а комплекс «Салют-4»—«Союз-18»—на фоне спиральной галактики, восходящего Солнца и звезд.

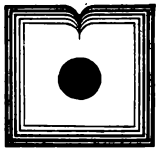
Особо следует сказать о советских марках, посвященных экипажу космического корабля «Союз-26»—летчикам-космонавтам СССР Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко, совершившим 96-суточный полет (10.XII.1977—16.III.1978) на орбитальной станции «Салют-6». Эти марки великолепно выполнены в художественном и полиграфическом отношении.

На них символически представлены некоторые астрономические и астрофизические эксперименты, которые проводились на орбите. Марки отличаются и оригинальной компоновкой, они состоят из двух сцепок, по две марки в каждой, объединенных общим рисунком орбитальной станции «Салют-6» и состыкованных с ней двух космических кораблей «Союз». Четыре марки, соединенные между собой иллюстрированным купоном с текстом, составляют горизонтальную полоску. Таких полосок в марочном листе пять.

Правомерно включить в рассматриваемый раздел космической филателии и марки, посвященные «Луноходу-1» и «Луноходу-2».

Известны и многие другие марки с изображением летательных космических аппаратов, на которых были установлены различные научные приборы, позволившие осуществить ряд астрономических и астрофизических наблюдений и исследований. Все они составляют тот богатый арсенал, откуда филателист может черпать материал для своей тематической коллекции.

В. А. ОРЛОВ



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

Кандидат геолого-минералогических наук

А. Я. САЛТЫКОВСКИЙ

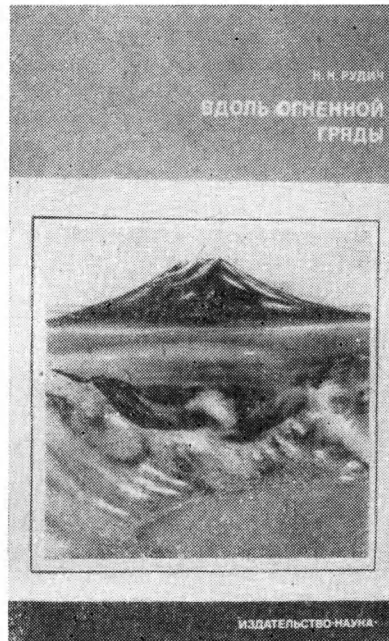
Путешествие по курильским вулканам

«Вулканические тектонические дуги островов востока Азии, в том числе Камчатско-Курильская гряда, представляют одно из самых замечательных явлений в структуре земного шара. Разгадка их природы является ключом к пониманию возникновения самого Тихого океана и процессов горообразования вообще». Эти слова академика А. Н. Заварицкого в полной мере определяют то значение, которое придается исследованию Курильской островной дуги. В этой связи небольшая книжка К. Н. Рудича «Вдоль огненной гряды», вышедшая в серии «Планета Земля и Вселенная» (М., «Наука», 1978), представляет большой интерес как для специалистов-геологов, так и для всех, кого занимают проблемы вулканологии.

Автор поставил перед собой трудную задачу — не только дать характеристику действующих вулканов Курил, но и показать особенности извержений, рассказать о причинах активизации вулканов и т. п.

Путешествие по вулканам для читателя начинается с северных островов Курильской гряды... В июне 1972 года после 40-летнего перерыва на острове Алаид произошло взрывное извержение. Оно сопровождалось образованием черной тучи, поднявшейся на 18-километровую высоту. Извержение длилось три месяца и за счет вынесенного из недр Земли материала площадь острова постепенно увеличивалась. Извержение было необычным: раскаленная лава взаимодействовала с морской водой.

Автор приводит много разнообразных сведений о морфологии и особенностях состава материала, изверженного на острове Парамушир из



вулканов Эбеко, Чикурачки, Татаринова и др.

Следуя за автором на юг, читатель попадает на крохотный островок-вулкан Райкоке, где в 1760 году произошло сильное извержение. Спустя 18 лет вулкан вновь проявил свою активность. Во время извержения погибла экспедиция из 15 человек. Посетив остров Матуа, они уже собирались вернуться на Камчатку. «Все было спокойно, ничто не предвещало беды. Путь их пролегал мимо острова Райкоке. Когда они находились совсем поблизости, разразилось страшное, катастрофическое извержение, взорвавшее значительную часть вулканического конуса и понизившее его

на одну треть. (Вот почему этот конус имеет теперь усеченную форму.) Утлое суденышко было разбито вдребезги, а сотник Черный и все его спутники погрузились во мрак морских пучин». Автор отмечает, что за всю историю вулканической деятельности на Курилах это единственный случай, когда при извержении погибло столько людей.

В книге приводятся интересные данные о вулканах острова Симушир. Их насчитывается шесть, из которых три — действующие: пик Прево, кальдера Заварицкого, вулкан Горящая сопка. Пик Прево — один из самых красивых курильских вулканов. Это — правильной формы усеченный конус, напоминающий Ключевскую сопку на Камчатке. На вершине его зияет глубокая воронка — кратер диаметром около 350 м. Южнее расположена кальдера-вулкан Заварицкого. Среди всех курильских вулканов кальдера Заварицкого имеет, пожалуй, наиболее сложное строение. С ее вершины взору открывается красивейшее озеро, глубина которого около 75 м. Центральная часть вулкана — дно кальдеры — на 30 м ниже уровня моря (а ведь это вершина вулкана!). Автор подробно рассказывает историю формирования этого необыкновенного вулкана.

Наряду с подробным описанием курильских вулканов, К. Н. Рудич дает много сведений о природе островов, что делает книгу своего рода маленькой энциклопедией по Курилам. Читатель встречается с кунаширским медведем, любопытными нерпами на острове Черные Братья, морскими львами или сивучами на острове Кетой. Вместе с автором он как бы про-

бирается сквозь заросли бамбука на острове Уруп, на острове Итуруп любуется богатой флорой.

Но самое примечательное в книге, конечно, вулканы. Один из них — Тятя на острове Кунашир — едва ли не самый красивый на нашей планете. Это единственный вулкан, где гребень кратера не нарушен и образует почти замкнутое кольцо. Чрезвычайно интересным было его извержение 14 июля 1973 года. Прорвавшийся вулкан поднял тучу пепла. Она была наэлектризована — ее непрерывно пронизывали молнии. В воз-

дух выбрасывалось огромное количество мелкораздробленных пепловых частиц со скоростью 100 м/с. Затем начались выбросы шлака, который обнаружили позднее в 2 км от кратера. За 14 дней извержения было выброшено около 0,25 км³ рыхлого вулканического материала, он покрыл площадь около 20 тыс. км². А до этого вулкан молчал 161 год!

В книге красочно показаны своеобразные, сопровождающие вулканы «аппараты» — грязевые котлы. В них горные породы, превращенные в мягкую глинистую массу, пронизаны

горячим паром. Эта масса непрерывно бурлит и пузырится, подобно маленьким грязевым вулканам. В заключение автор рассказывает, как связаны вулканы, землетрясения и цунами, как прогнозируют вулканические извержения.

Книга написана популярно и хорошо иллюстрирована, поэтому она доступна читателю, даже незнакомому со специальной вулканической терминологией. Прочитав книгу, убеждаешься, что многие вопросы (хотя далеко не все!), связанные с изучением вулканов, уже решены учеными.

Новые книги

«ВЕЧНЫЕ КАЛЕНДАРИ»

В серии «Маленькая библиотека естествознания» издательства Тейбнер (ГДР) недавно уже третьим изданием вышел перевод книги А. В. Буткевича и М. С. Зелликсона «Вечные календари» (М., «Наука», 1969). Два предыдущих издания этой книги разошлись в ГДР очень быстро.

В книге изложена история «вечных» календарей, начиная с древних каменных календарей (перуанского, майя, кельтского) и передвижных (вавилонского, персидского, греческого, римского), механических календарей средневековья и кончая современными системами «вечных» календарей и формулами, позволяющими определять день недели для любой даты любого года, фазу Луны и др. А. В. Буткевич и М. С. Зелликсон рассмотрели более 50 систем «вечных» календарей в виде неподвижных таблиц, вращающихся дисков, подвижных линеек, формул и т. д. На нескольких примерах показано, как с помощью «вечных» календарей были установлены даты исторических событий.

Книга А. В. Буткевича и М. С. Зелликсона рассчитана на астрономов, историков, археологов, а также студентов, учителей, школьников, лекторов, на широкий круг читателей,

интересующихся структурой, историей и проблемой реформы календаря. В СССР книга «Вечные календари» не переиздавалась давно и стала библиографической редкостью.

Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО НЕБУ

«В звездных лабиринтах. Ориентирование по небу» — так называется недавно вышедшая в свет книга двух московских авторов Б. А. Максичева и В. Н. Комарова («Наука», 1978).

Основное назначение книги охарактеризовано в предисловии к ней, написанном Героем Советского Союза, летчиком-космонавтом СССР В. В. Лебедевым: «Предлагаемая читателю книга поможет ему не только познакомиться со звездным небом, но и научит его приемам быстрого и уверенного отыскания созвездий и навигационных звезд, окажет практическую помощь не только любителям астрономии, но и всем тем, кто по роду своей деятельности встречается с задачей ориентирования по звездам, — геодезистам, картографам, штурманам, летчикам-космонавтам».

Используя опыт, накопленный в Московском планетарии во время занятий со школьниками, студентами, летчиками и космонавтами, авторы сначала знакомят читателей с основами сферической и практической астрономии, а затем приступают к рассказу о созвездиях и их достопримечательностях. Причем сначала читатели лишь узнают об основных созвездиях и входящих в них объектах, а затем (уже в следующей главе) о характерных фигурах созвездий, способах их отыскания, методах перехода от известных созвездий к неизвестным.

Особенно подробно рассматриваются созвездия, которые можно наблюдать в средних географических широтах. Но и созвездиям южного неба в книге уделяется внимание.

Заключительные главы книги посвящены Луне и планетам.

В книгу вложен небольшой комплект карт звездного неба.

«МЕТАЛЛЫ КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ»

Эта книга, написанная Е. М. Савицким и В. С. Клячко и выпущенная в 1978 году издательством «Ме-

таллургия», рассказывает о металлических материалах и о металловедении. «Главным материалом современности», «каркасом, остовом всей материальной культуры человечества, хребтом индустрии» называют авторы особо прочные и устойчивые металлы и их сплавы, без которых не было бы ни космических кораблей, ни сверхзвуковых самолетов, ни атомных электростанций.

В этом очень популярном и хорошо иллюстрированном (оформление

и иллюстрации художников Б. Л. Рымана и О. М. Шустова) рассказе о современном металловедении интересуются космонавтикой найдут немало сведений о магниевых сплавах, бериллии, титане и других материалах, которые нашли применение в ракетной технике и конструкциях различных космических кораблей. Авторы подчеркивают, что «металлургия в космосе — это уже отнюдь не фантастика, а реальная научная и технико-экономическая

задача довольно близкого будущего».

Однако в основном книга посвящена значительно более широкому кругу научных и технических проблем: она знакомит читателей с важнейшими этапами развития и становления науки о свойствах металлов, показывает неразрывную связь металловедения с прогрессом в различных областях теоретической физики и новейшей техники.

СТАТЬИ И ЗАМЕТКИ ПО ФИЗИКЕ ОКЕАНА, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В «ЗЕМЛЕ И ВСЕЛЕННОЙ» В 1965—1978 ГОДАХ

I. СТАТЬИ

Айбулатов Н. А.	Океан исследуется изнутри	1969 г. № 2 с. 64—68	Озмидов Р. В.	Турбулентность в океане	1974 г. № 1 с. 9—16
Аксенов А. А.	Международное сотрудничество в изучении морей	1978 г. № 1 с. 48—51	Озмидов Р. В.	От Северного тропика до Южного полярного круга	1975 г. № 1 с. 72—79
Бернштейн Л. Б.	Прилив покоряется	1967 г. № 4 с. 34—45	Озмидов Р. В.	Новое в физике океана	1976 г. № 4 с. 64—68
Бреховских Л. М., Федоров К. Н., Бреховских Л. М.	«Полигон-70». Эксперимент в океане	1971 г. № 3 с. 6—16	Озмидов Р. В.	19-й рейс «Дмитрия Менделеева»	1978 г. № 5 с. 62—67
Владимирцев Ю. А., Косарев А. Н.	Звук в океане	1977 г. № 4 с. 2—9	Павлов В. М.	Самая прозрачная морская вода	1973 г. № 2 с. 14—15
Войт С. С.	Красное море — океанологический феномен	1972 г. № 2 с. 30—35	Сабинин К. Д., Галкин О. П.	Внутренние волны и их проявление на поверхности моря	1967 г. № 2 с. 48—51
Войтов В. И.	Приливы в океанах и морях	1966 г. № 4 с. 40—48	Толмазин Д. М.	Океан в движении	1970 г. № 5 с. 17—25
Войтов В. И.	«Дмитрий Менделеев» в Индийском океане	1974 г. № 5 с. 59—62	Шулейкин В. В.	Физика ветровых волн	1967 г. № 5 с. 75—82
Войтов В. И.	«Витязь» в Индийском океане	1978 г. № 1 с. 69—74	Ямпольский А. Д.	Что такое Гольфстрим?	1965 г. № 5 с. 53—56
Городницкий А. М., Фонарев Г. А.	Электрическое поле океана	1974 г. № 1 с. 16—20			
Жопелевич О. В.	Свет в море	1968 г. № 2 с. 37—42	II. ЗАМЕТКИ		
Корт В. Г.	Стратегия океанографических исследований	1974 г. № 1 с. 4—8	Гвинейский поток		1969 г. № 1 с. 29
Корт В. Г., Морозов Е. Г.	«Академик Курчатов» в Норвежском море	1976 г. № 5 с. 71—74	Громкоговоритель... регистрирует морские волны		1969 г. № 1 с. 29
Корт В. Г.	ПОЛИМОДЕ	1977 г. № 2 с. 65—67	Крупномасштабные вихри в океане		1973 г. № 3 с. 49
Латун В. С.	Апвеллинг	1971 г. № 1 с. 30—35	Несет воды Гольфстрим		1972 г. № 1 с. 61
Латун В. С.	«Академик Вернадский» продолжает исследования	1976 г. № 1 с. 77—81	Океанская статистика		1975 г. № 5 с. 54—55
Монин А. С., Белоусов И. М.	Открытия в океанах	1967 г. № 5 с. 44—52	Открытие крупного течения в Тихом океане		1975 г. № 3 с. 94
Монин А. С.	Курс — Мировой океан	1973 г. № 2 с. 58—63	План международных исследований морских приливов		1966 г. № 6 с. 7
Николаев В. П.	Флуктуации солнечного света в море	1975 г. № 1 с. 19—21	Скорость приливного течения подолдом		1967 г. № 4 с. 54
			Стабилизированный буй на Черном море		1975 г. № 1 с. 93
			Течение Тареева		1975 г. № 5 с. 64
			Холодная пленка моря		1975 г. № 3 с. 55

Новые книги

«ВВЕДЕНИЕ В КОСМОГОНИЮ»

В 1978 году в издательстве «Наука» опубликована книга Л. Э. Гуревича и А. Д. Чернина «Введение в космогонию» (Происхождение крупномасштабной структуры Вселенной). Это — монография, в которой сделана попытка дать общий обзор космогонической проблематики. Главное внимание в книге уделено новым областям звездной и планетной космогонии. К этим проблемам авторы подходят на основе анализа происхождения крупномасштабной структуры Вселенной.

Книга содержит семь глав, дополнение («Некоторые сведения из общей теории относительности») и обширный библиографический указатель.

Первая глава «Изотропная Вселенная» знакомит читателя с основными сведениями о структуре и свойствах Метагалактики.

Вторая глава посвящена реликтовому излучению.

В третьей главе рассматриваются догалактические структуры, эволю-

ция локальных отклонений от изотропии.

«Неоднородность и анизотропия в ранней Вселенной» — название четвертой главы.

Собственно космогонические проблемы авторы затрагивают в трех заключительных главах своей книги: «Гидродинамические процессы в метagalacticкой среде и образование скоплений галактик», «Динамическая эволюция звездных систем», «Проблемы космогонии звезд и планетных систем».

Авторы подчеркивают, что их книга представляет собой введение «в одну из быстроразвивающихся областей науки». Это побудило их вести изложение, опираясь на известные астрофизические и космологические принципы, наглядно, с использованием качественных картин рассматриваемых явлений, без громоздких выкладок. Авторы выражают надежду, что благодаря такому подходу к изложению материала книга окажется доступной студентам, специализирующимся в области физики и астрономии.

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва
К-62, Подсосенский пер. 21, комн. 2
Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Художественный редактор:
Л. Я. Шимкина

Номер оформили: А. Г. Калашникова, В. И. Кноп,
Е. К. Тенчурина

Корректоры: В. А. Володина, Т. Н. Морозова

Сдано в набор 26.1.79. Подписано к печати 20.11.79. Т-02688.
Формат бумаги 84×108^{1/16}. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4. Уч.-изд. л. 10,8.
Бум. л. 2,5. Тираж 53.000 экз. Зак. 1483.

Издательство «Наука», 117864 ГСП-7, Москва В-485, Профсоюзная ул., 90

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

3 МАЙ ИЮНЬ 1979 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

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

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ
Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ
Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Член-корреспондент АН СССР
Г. А. АВСЮК
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН
Доктор юридических наук
В. С. ВЕРЕЩЕТИН
Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор технических наук
А. А. ИЗОТОВ
Доктор физико-математических наук
И. К. КОВАЛЬ
Доктор географических наук
В. Г. КОРТ
Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН
Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН
Академик
А. А. МИХАЙЛОВ
Доктор физико-математических наук
Г. С. НАРИМАНОВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
Доктор физико-математических наук
К. Ф. ОГОРОДНИКОВ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор географических наук
М. А. ПЕТРОСЯНЦ
Доктор геолого-минералогических наук
Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ
Доктор физико-математических наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ

(Продолжение. Начало на 2-й стр. обложки)

Валерий Викторович Рюмин родился 16 августа 1939 года в Комсомольске-на-Амуре. В 1961 году, отслужив в рядах Советской Армии, В. В. Рюмин поступил в Московский лесотехнический институт. После окончания института Валерий Викторович работал в конструкторском бюро, участвовал в разработке и испытаниях новых образцов космической техники. В отряд космонавтов В. В. Рюмин был зачислен в 1973 году. Свой первый космический полет он совершил в октябре 1977 года в качестве бортинженера корабля «Союз-25».

26 февраля в соответствии с программой полета космонавты проверяли бортовые системы корабля «Союз-32». В тот же день была осуществлена стыковка космического корабля «Союз-32» с орбитальной станцией «Салют-6». Стыковка произведена к стыковочному узлу, расположенному на переходном отсеке станции. После того как космонавты В. А. Ляхов и В. В. Рюмин перешли на борт станции, на околоземной орбите стал функционировать пилотируемый научно-исследовательский комплекс «Салют-6» — «Союз-32».

27 февраля экипаж выполнил заключительные операции по консервации бортовых систем корабля «Союз-32» и приступил к переводу станции в режим пилотируемого полета. Космонавты проводили расконсервацию систем жизнеобеспечения, энергопитания и терморегулирования, работали с технической документацией. Во второй половине дня они провели медицинское обследование. На станции начались биологические эксперименты: изучается влияние невесомости на растения.

28 февраля В. А. Ляхов и В. В. Рюмин продолжали расконсервацию станции. С этого дня для них установлен постоянный режим работы — с 8 до 23 часов московского времени. Сразу же после сна космонавты измерили массу тела с помощью массметра.

1 марта экипаж проверял работоспособность системы управления станции в режиме ручной ориентации, контролировал бортовые системы, приборы, пульты научной аппаратуры. Во второй половине дня была проведена коррекция траектории движения орбитального комплекса с использованием двигательной установки корабля «Союз-32».

2 марта — день медицинских обследований. Изучалась динамика кровообращения в условиях полного покоя и биоэлектрическая активность сердца.

3—4 марта были отведены космонавтам для активного отдыха. Они убирали помещения комплекса, занимались физическими упражнениями, отдыхали.

5 марта В. А. Ляхов и В. В. Рюмин закончили расконсервацию бортовых систем станции, выполнили профилактический осмотр и контроль научной аппаратуры.

6 марта экипаж проводил учет запасов продуктов питания, воды, сменного оборудования и расходных материалов на станции «Салют-6».

7 марта В. А. Ляхов и В. В. Рюмин проверяли радиотехнические системы станции, занимались физическими упражнениями на велоэргометре и комплексном тренажере, измеряли массу тела и оценивали состояние отдельных групп мышц, нагрузка на которые в условиях космического полета незначительна.

8—9 марта космонавты проверили работу шлюзовой камеры, заменили кабели, головные шлемофоны радиопереговорной системы «Заря» и отдельные детали на велоэргометре.

11 марта у экипажа был день активного отдыха. В. А. Ляхов и В. В. Рюмин проводили визуальные наблюдения поверхности Земли и Мирового океана, занимались физическими упражнениями, отдыхали.

12 марта 1979 года в 8 часов 47 минут московского времени был запущен автоматический грузовой транспортный корабль «Прогресс-5». Цель запуска — доставка на станцию «Салют-6» топлива для двигательной установки и различных грузов, дальнейшая отработка элементов конструкции, бортовых систем и оборудования автоматического грузового корабля.

14 марта в 10 часов 20 минут московского времени была осуществлена стыковка корабля «Прогресс-5» с орбитальным пилотируемым комплексом «Салют-6» — «Союз-32». Грузовой корабль «Прогресс-5» пристыковали к стыковочному узлу, расположенному на агрегатном отсеке станции «Салют-6». Экипажы причаливания и стыковки контролировались экипажем орбитального комплекса. На всех этапах сближения и стыковки космических аппаратов связь с космонавтами, прием телеметрической информации с корабля «Прогресс-5» и станции «Салют-6» надежно обеспечивались средствами наземного командно-измерительного комплекса, включающего измерительные пункты, расположенные на территории Советского Союза, и научно-исследовательские суда Академии наук СССР «Космонавт Юрий Гагарин», «Космонавт Владислав Волков», «Космонавт Владимир Комаров», «Моржовец», «Кегостров», «Чажма», находящиеся в акватории Мирового океана.

(Продолжение следует)

По материалам сообщений ТАСС



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 50 КОП
ИНДЕКС 70336