

# ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

# 6

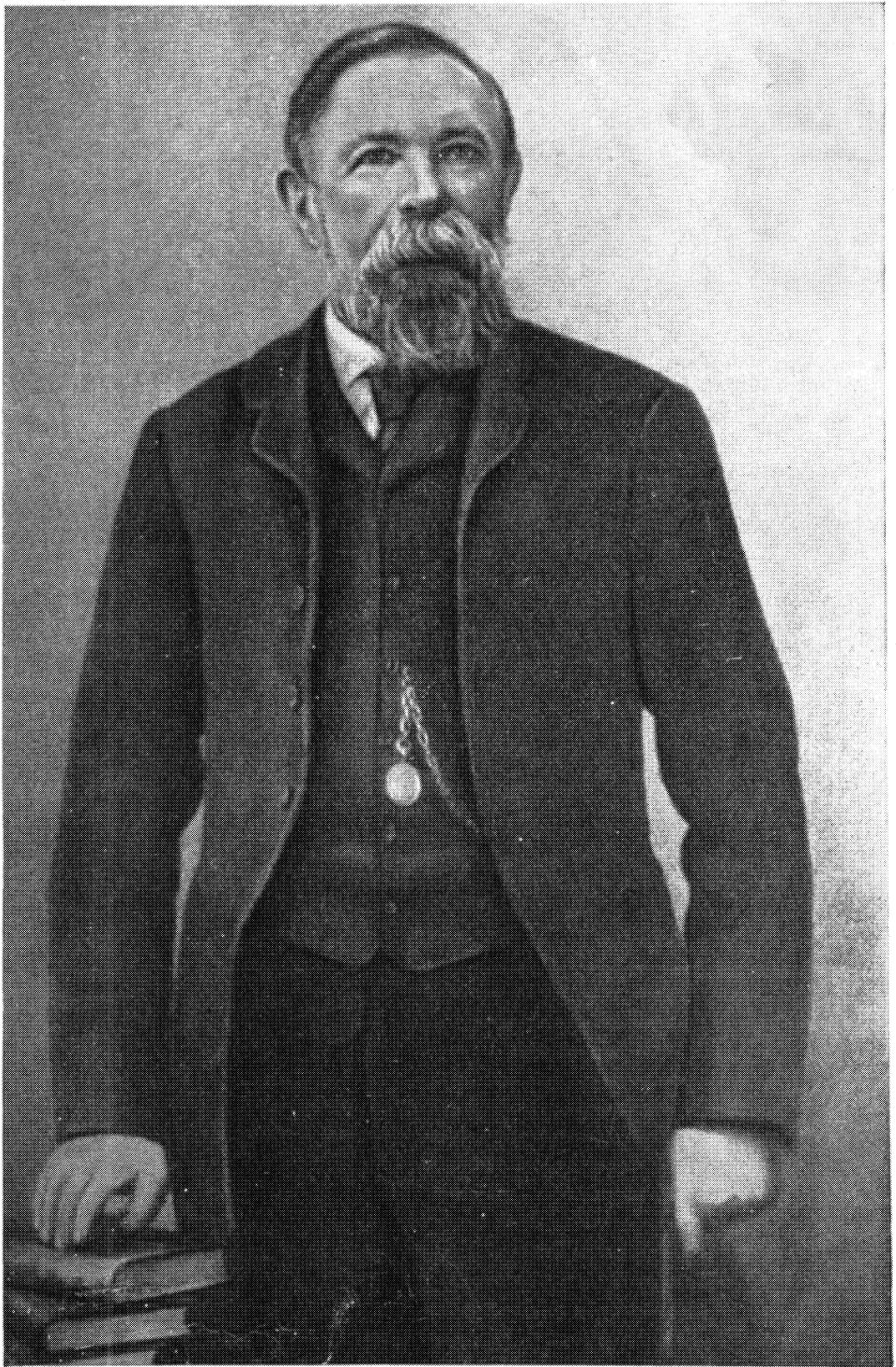
**1970**

**АСТРОНОМИЯ**

**ГЕОФИЗИКА**

**ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА**





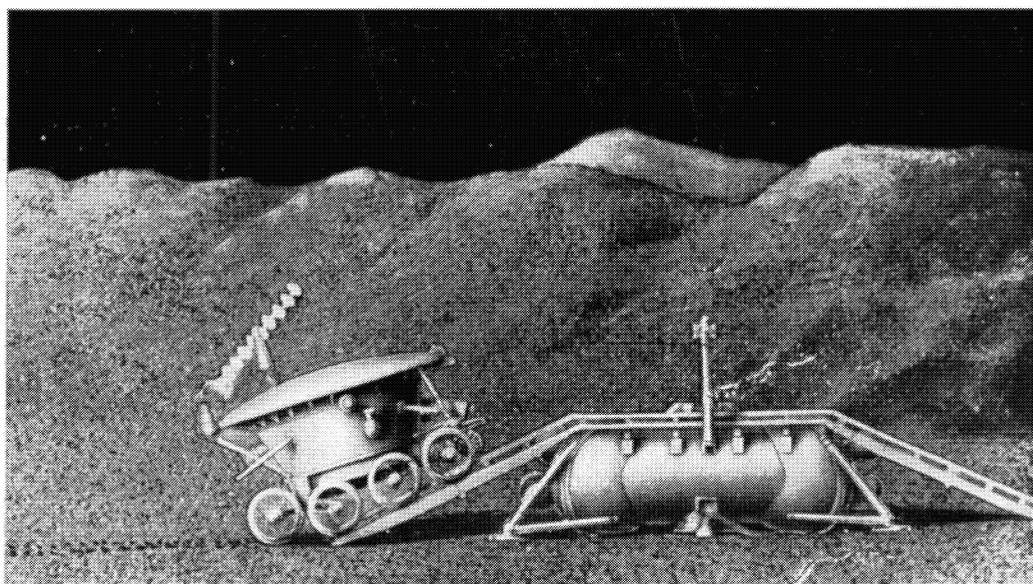
**Фридрих Энгельс (1820—1895)**

## НОВЫЙ ТРИУМФ СОВЕТСКОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

17 ноября 1970 г. впервые в истории космонавтики на Луну, в район Моря Дождей доставлен и приступил к научным исследованиям советский автоматический самоходный аппарат, управляемый с Земли.

«Луноход-1» в 9 часов 28 минут по московскому времени сошел по трапу станции «Луна-17». Луноход оборудован научной аппаратурой для исследований на поверхности Луны, а также системами управления и связи.

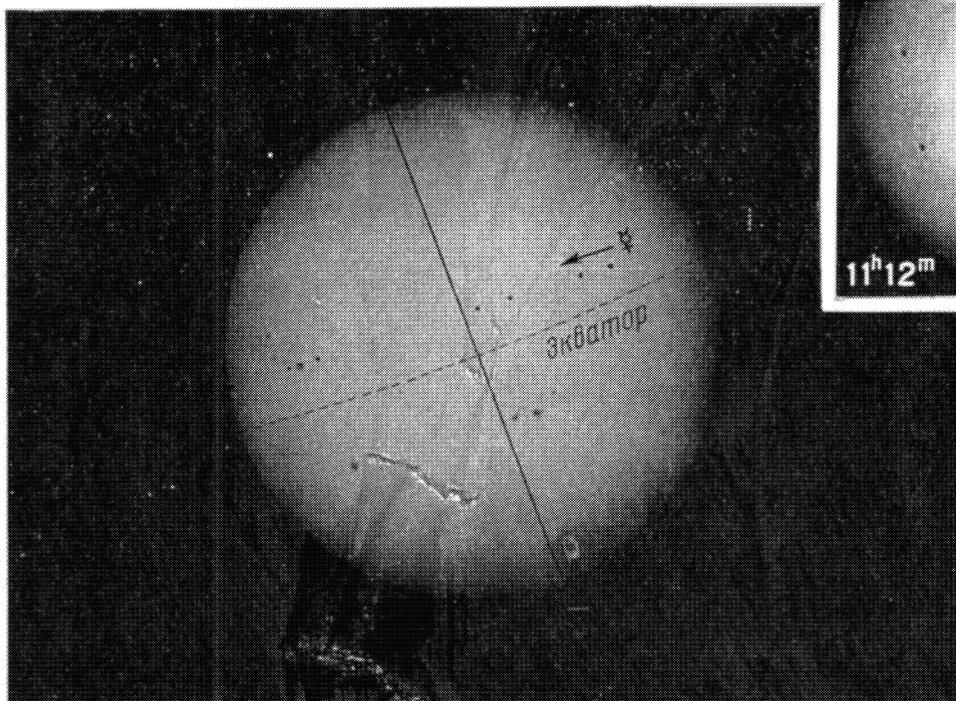
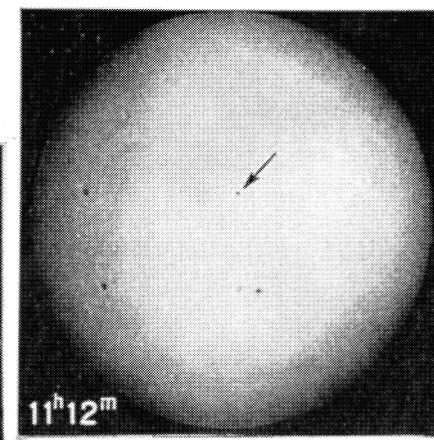
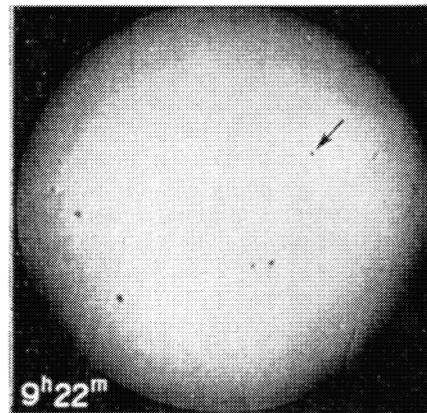
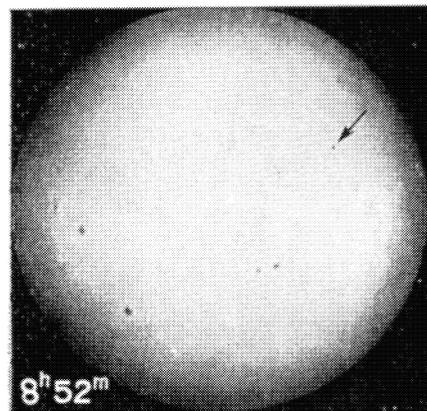
На посадочной ступени и «Луноходе-1» установлены флаги и вымпелы с изображением государственного герба СССР и барельефом В. И. Ленина. Мир стал свидетелем беспрецедентного космического эксперимента.



«Луноход-1» съезжает с посадочной ступени станции «Луна-17». [Рисунок]

9 мая 1970 г. Меркурий на диске Солнца. Эти фотографии прислали из Днепропетровска Н. А. Нестерко, В. Е. Соловьев и А. Л. Чикаренко. По многочисленным снимкам наблюдатели проследили движение планеты по диску Солнца.

(К материалу «Меркурий на диске Солнца»)



# ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный  
журнал  
Академии наук СССР

Основан в 1965 году

Выходит 6 раз в год



НОЯБРЬ — ДЕКАБРЬ

# 6

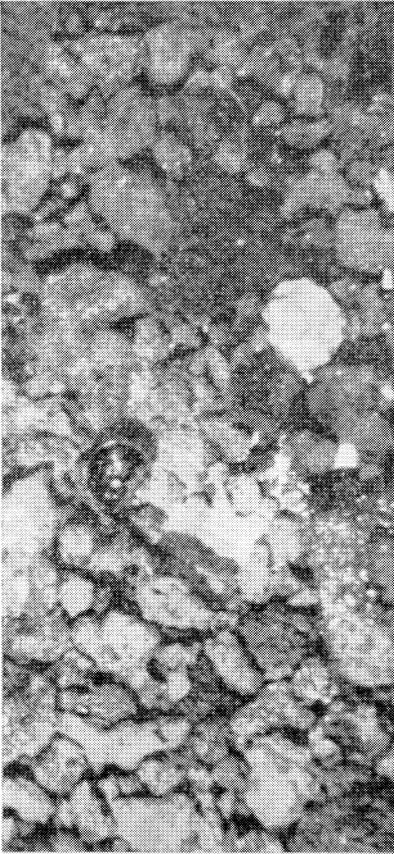
Издательство «Наука»  
Москва

## В номере

Л. С. Тарасов, А. В. Иванов, Ю. И. Стахеев — «Луна-16» о лунном грунте . . . . .	2
А. А. Михайлов — Движение земных полюсов . . . . .	4
В. В. Казютинский — Энгельс и философские вопросы астрономии (к 150-летию со дня рождения Фридриха Энгельса)	8
К. П. Васильев — Спутники и мореплавание . . . . .	13
А. В. Николаев — «Сейсмическая триангуляция» . . . . .	18
Е. К. Шеффер — Вселенная в рентгеновских лучах . . . . .	24
Б. Е. Вестерlund — Магеллановы Облака . . . . .	34
<b>ЛЮДИ НАУКИ</b>	
Ростислав Владимирович Куницкий (к 80-летию со дня рождения)	40
<b>ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ</b>	
Строится крупнейшая астрофизическая обсерватория. Фотомате- риалы . . . . .	44
Д. В. Пясковский, Н. А. Чернега — Астрономическая об- серватория Киевского университета (к 125-летию со дня осно- вания) . . . . .	46
<b>СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ</b>	
Участники КОСПАР-70 рассказывают	
К. Я. Кондратьев — Дистанционное зондирование . . . . .	51
Н. Б. Дивари — Межпланетная пылевая среда . . . . .	54
В. В. Шевченко — Луна на КОСПАР . . . . .	55
В. А. Бронштэн — Исследования Венеры . . . . .	56
И. К. Коваль — Новое о Марсе . . . . .	58
А. С. Смирнов — Внеатмосферная астрономия на КОСПАР . . . . .	59
Ю. Г. Григорьев — Обсуждение проблемы космической био- логии и медицины . . . . .	60
<b>ЭКСПЕДИЦИИ</b>	
Е. М. Зингер — По следам полярных экспедиций . . . . .	62
<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>	
Меркурий на диске Солнца . . . . .	72
В. С. Лазаревский — Астрономические явления в 1971 году.	75
<b>ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ</b> . . . . . 77	
<b>КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ</b>	
Д. П. Григорьев — Алмазы с неба! . . . . .	78
Тематический указатель статей, опубликованных в журнале «Земля и Вселенная» в 1970 году . . . . .	78
<b>НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>	
Автоматическая станция «Венера-7» на межпланетной трассе [12]; На орбите «Интеркосмос-3» [17]; Новые факты и старые представления о нижней мантии Земли [22]; Анизотропна ли мантия Земли! [22]; Созда- но новое международное общество [23]; Квазар с самым большим красным смещением [32]; Один из очень далеких объектов Метага- лактики [33]; Всегда ли Фобос был спутником Марса! [37]; Необычная симбиотическая звезда [38]; Есть ли в космосе окись азота! [39]; «Молодым» ледникам — миллионы лет [71].	

На о б л о ж к е: 1-я стр. — Автоматическая станция «Луна-16» (вверху);  
Государственный знак, который был установлен на возвращаемом аппа-  
рате станции (внизу).

## «Луна-16» о лунном грунте



▲ *Фрагмент крупнозернистой части  
глубинной зоны колонки лунного  
грунта*

Фото В. И. Шеффера и  
Ю. И. Стахеера

▼ *Колонка лунного грунта, доставлен-  
ного автоматической станцией «Лу-  
на-16»*

Фото В. И. Шеффера

Полет советской автоматической станции «Луна-16» — качественно новый этап в развитии космонавтики. Операторы на расстоянии сотен тысяч километров руководили действиями станции, которая отобрала пробу лунной породы и доставила ее на Землю. Этот космический эксперимент открывает огромные возможности автоматических станций, работающих по заданной программе или управляемых с Земли. Взятие проб с поверхности тел солнечной системы без прикосновения рук человека значительно упрощает методику исследований в космосе и, без сомнения, будет все более широко применяться в будущем.

Лунный грунт доставлен из северо-восточной части Моря Изобилия ( $0^{\circ}41'$  ю. ш. и  $56^{\circ}18'$  в. д.) — из морского экваториального пояса Луны, где совершалось посадку большинство других советских и американских станций и кораблей.

Бур автоматической станции проник в рыхлый покров планеты (реголит) на глубину 35 см. Материал, перенесенный в приемную камеру, на лотке выглядел как темно-серый порошок. Его цвет в зависимости от угла зрения наблюдателя, положения источника света и интенсивности освещения приобретал то зеленоватый, то буроватый оттенок. В грунте просматривались уплотненные комки, рассыпавшиеся во время работы с веществом.

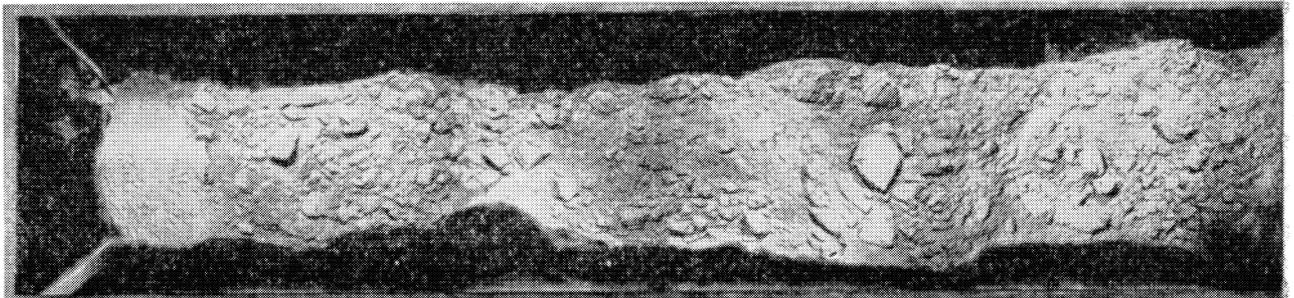
Вес образца реголита несколько превышает 100 г. В самой глубинной части отобранной колонки количество крупнозернистого материала, а также кусочков породы размером более 1 мм значительно больше, чем в при-

По материалам пресс-конференции, посвященной успешному осуществлению полета автоматической станции «Луна-16» и доставке на Землю лунного грунта.

поверхностной. Грунт сильнопористый. Его средняя пористость (до глубины 35 см) 50—60%. Насыпной вес, т. е. вес в рыхлом состоянии, —  $1,2 \text{ г/см}^3$ . После уплотнения (утряски) он возрос до  $1,8 \text{ г/см}^3$ .

Изменение цветности — характерная особенность лунного грунта — проявляется в своеобразном виде индикатрисс рассеяния для разных длин волн и углов падающего света. Вариация оттенков и окраски зависит в первую очередь от структуры поверхности и оптических свойств слагающих ее остеклованных частиц. Нормальное альbedo (определено инструментально) изменяется от 8,6% в ультрафиолетовой области спектра и до 12,6% в ближней инфракрасной. Для видимого света оно равно 10,7%. Такое значение альbedo соответствует поверхности, которая в среднем несколько светлее лунных морей, хотя и близко к наземным определениям альbedo Моря Изобилия.

Под бинокулярным микроскопом в лунном грунте просматриваются разновидности частиц. Некоторые из них существенно отличаются от земных образований. Среди них можно выделить две основные совокупности: частицы первичномагматических пород (типа базальтов) и частицы, подвергшиеся заметным преобразованиям на поверхности Луны или сформированные в ходе процессов «лунного выветривания». В более крупных фракциях встречаются базальтовые породы (от мелкозернистых базальтов до крупнозернистых базальтов габброидного типа). Основные минералы этих пород: полевые шпаты, пироксены, ильменит и оливин. В разных частях: количественный минеральный состав различен. В некоторых преобладает полевой шпат, в других его очень мало и превалируют пироксены. Наиболее крупнозернистые породы (типа габбро) представлены очень красивыми полнокристаллическими обломка-



ми с прозрачным полевым шпатом, хорошими кристаллами коричневатого, красноватого, иногда розоватого пироксена и черными пластинчатыми кристаллами ильменита.

Кроме базальтовых обломков встречаются зерна белого цвета различных оттенков. Это — частицы, состоящие почти целиком из полевого шпата и близкие к анортозитам. Среди них есть полностью кристаллические и перекристаллизованные стекловидные разности. Впервые частицы анортозитов были обнаружены учеными Смитсоновской лаборатории (США) в доставленных «Аполлоном-11» образцах мелкокораздробленного лунного материала. Предполагают, что лунные анортозиты образуются в материковых районах и перемещаются на значительные расстояния при метеоритных взрывах. Происхождение земных анортозитов еще не выяснено, поэтому присутствие их в лунных породах тем более интересно.

Во всех фракциях, особенно в более мелких, найдены зерна отдельных минералов, главным образом тех, что входят в состав базальтовых пород. По цвету и морфологии они часто отличаются от минералов базальтов.

Вторая совокупность частиц представлена брекчиями, спеками, шлаками, а также разнообразными сферическими оплавленными образованиями. Оплавленные образования имеют форму правильных шариков, иногда гантелек или колбочек и состоят в основном из стекла. Значительно реже встречаются металловидные шарики. Цвет стеклянных шариков черный, буроватый, зеленоватый. Количество этих частиц увеличивается в мелких фракциях. По-видимому, они образуются при плавлении горных пород и метеоритов в результате разбрызгивания силикатного расплава.

Брекчии составляют до 40% крупных фракций. Это — сцементированные породы, возникшие при уплотнении реголита и содержащие в различных пропорциях все его компоненты. Некоторые из частиц брекчий окатаны, слабо уплотнены и легко разрушаются. Другие связаны значительно лучше. Многие брекчии магнитны.



Основные типы частиц лунного грунта. Размер частиц 0,5—1,0 мм

Фото В. И. Шеффера и Ю. И. Стахеева

Спеки представляют собой агрегаты сложной формы, образовавшиеся при спекании частиц реголита. Порой они частично оплавлены. Встречаются только в крупных фракциях.

В общей массе частиц постоянно присутствуют оплавленные образования — шлаковидные и частично остеклованные. Такому процессу подвергаются все перечисленные типы частиц. Он локален, так как корочка стекла или шлака зачастую не проникает на глубину измененной частицы, и связан, видимо, с импульсным нагревом материала реголита. И спеки и ошлакованные частицы более распространены в верхней части колонки грунта. Среди частиц встречаются также обломки крупнозернистых стекол, вероятно, вулканического происхождения.

#### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРНЫХ ПОРОД ЛУНЫ

Химические соединения	Базальтовая порода («Луна-16»)	Тонкая фракция («Луна-16»)	Базальтовая порода («Аполлон-12»)	Тонкая фракция («Аполлон-12»)
SiO <sub>2</sub>	43,8	41,7	40	42
TiO <sub>2</sub>	4,9	3,39	3,7	3,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,65	15,32	11,2	14
FeO	19,35	16,8	21,3	17
MgO	7,05	8,73	11,7	12
CaO	10,4	12,2	10,7	10
Na <sub>2</sub> O	0,33	0,37	0,45	0,40
K <sub>2</sub> O	0,15	0,10	0,065	0,13
MnO	0,2	0,21	0,26	0,25
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,28	0,31	0,55	0,41
ZrO <sub>2</sub>	0,04	0,015	0,023	0,09

Как видно из приведенной выше таблицы, химический состав лунного грунта, доставленного «Луной-16», близок к составу реголита в месте посадки «Аполлона-12». Состав соответствует породам базальтового ряда и приближается к составу примитивных базальтов Земли.

Исследование образца лунного грунта продолжается.

Л. С. ТАРАСОВ

А. В. ИВАНОВ

кандидат геолого-минералогических наук

Ю. И. СТАХЕЕВ

кандидат химических наук



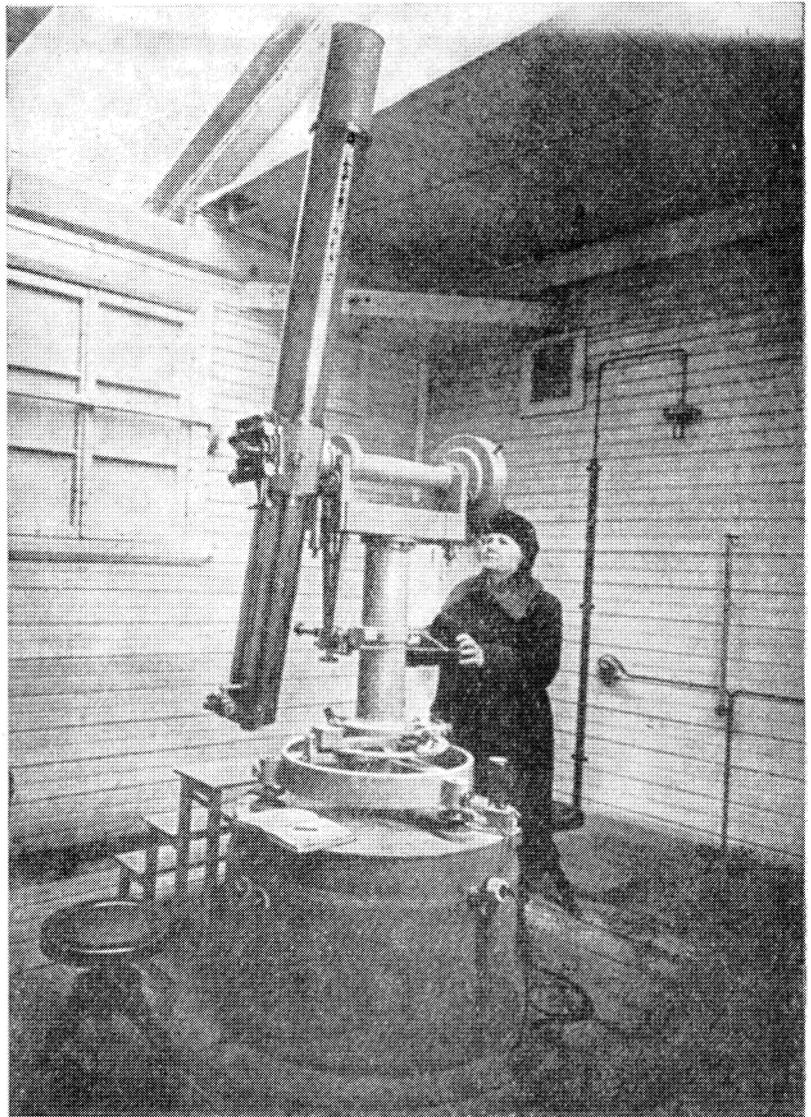
# Д В И Ж Е Н И Е З Е М Н Ы Х П О Л Ю С О В

Еще в прошлом веке заподозрили, что географические полюсы на Земле не сохраняют неизменного положения, а имеют слабое движение. Великий математик Л. Эйлер, член Петербургской Академии наук, в середине XVIII в. теоретически доказал, что если ось вращения Земли не совпадает с ее осью инерции, то должно происходить колебание полюсов вращения вокруг полюсов инерции с периодом в 305 суток. При движении полюсов вращения (мы будем их называть просто полюсами) смещается вся координатная сетка меридианов и параллелей, т. е. изменяются географические широты и долготы. В старину широта определялась астрономическими наблюдениями гораздо легче и точнее, чем долгота. Поэтому колебания с эйлеровским периодом в 305 суток стали искать на тех обсерваториях, где широта определялась много раз и с большой точностью. Искали, но не находили. Однако в широтах некоторых обсерваторий — Пулково, Берлин, Вашингтон — обнаруживались очень малые и, казалось, неправильные изменения. Их анализ в конце концов позволил С. Чендлеру (Вашингтон, 1892 г.) прийти к заключению, что географические широты колеблются с периодом около 14 месяцев. Вскоре С. Ньюком объяснил причину этого расхождения с предсказанным. Эйлер в своей теории рассматривал вращение Земли как абсолютно твердого тела, не подверженного никаким деформациям. Но  $\frac{3}{4}$  земной поверхности покрыты океанами — средой очень подвижной, кроме того, сама Земля деформируется под влиянием приливообразующих сил Луны и Солнца, что указывает на ее неполную твердость и вызывает увеличение периода ее свободной нутации с 10 до 14 месяцев. Вскоре было найдено, что на чендлерово колебание накладывается другое, с годичным периодом, вызванное метеорологическими явлениями сезонного характера. Это — перемещение огром-

ных масс воздуха, которые зимой создают в северной части Азии высокое барометрическое давление и выпадение снега на материках. Амплитуды колебаний очень малы: в 14-месячных колебаниях всего лишь около  $0'',2$  (6 м на земной поверхности), а у годичных еще меньше — около  $0'',1$  (или 3 м). Налагая одно на другое, колебания в зависимости от фазы взаимно или суммируются, или вычитаются, вызывая движение полюса по спирали. Спираль, то раскручиваясь, то скручиваясь, не удаляет, однако, полюс более чем на 10 м от среднего положения.

Когда в конце прошлого века выяснилась изменяемость широт, было решено организовать на общей географической параллели специальные станции для регулярных и систематических определений широты. Выбрали параллель  $39^{\circ}8'$ , на которой находится обсерватория в Цинциннати (США). Сначала были учреждены следующие станции: Мицузава в Японии ( $141^{\circ}$  в. д.), Карлофорте в Италии ( $8^{\circ}$  в. д.), Гейтерсберг в США ( $77^{\circ}$  з. д.), Юкайа в США ( $123^{\circ}$  з. д.).

Русский генеральный штаб организовал на той же параллели станцию в Чарджуе (ныне Чарджоу,  $63^{\circ}$  в. д.) на берегу Амударьи. Но в 1930 г. из-за разливов реки ее пришлось заменить станцией Китаб в Узбекской ССР ( $67^{\circ}$  в. д.). Эти пять международных станций были снабжены однотипными инструментами — зенит-телескопами. Так начались наблюдения широт по общей программе методом Талькотта, который отличается простотой наблюдения и точностью результатов. Этот метод основан на следующем соображении. Допустим, две звезды кульминируют одна за другой по обе стороны от зенита на строго равных зенитных расстояниях. Тогда полусумма их склонений будет равна широте места. В действительности таких звезд, по крайней мере достаточно ярких, не бывает. Но можно подобрать пары



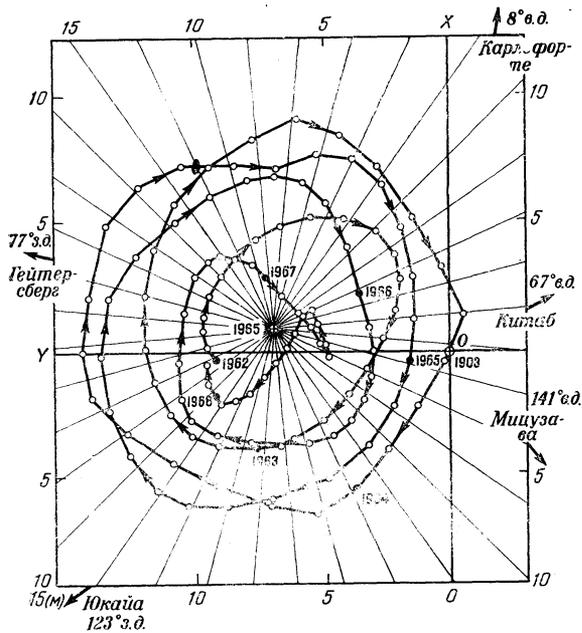
*Зенит-телескоп Пулковской обсерватории. У инструмента старейшая сотрудница обсерватории С. В. Романская*

звезд с близкими зенитными расстояниями в каждой паре, разнящимися не больше чем на несколько минут дуги. Эту разность измеряют окулярным микрометром, что значительно точнее измерения самих зенитных расстояний.

Наблюдение производится следующим образом. Сначала трубу инструмента наводят на первую звезду, кульминирующую, скажем, к югу от зенита, и устанавливают на звезду нить микрометра. Затем поворачивают трубу на  $180^\circ$  вокруг вертикальной оси и наводят на вторую звезду, кульминирующую к северу от зенита, сохраняя наклон трубы к вертикали, что контролируется двумя скрепленными с трубой чувствительными уровнями. Тогда полусумма

склонений звезд (исправленная на полуразность отсчетов микрометра) дает значение широты. Результаты наблюдений еженедельно сообщаются Международному центру для общей сводки.

С течением времени в регулярные наблюдения широты включились и другие обсерватории. Среди них советские обсерватории в Пулковско, Полтаве, Киеве, Казани, Москве, Горьком, Новосибирске, Иркутске. В общей сложности свыше 30 станций на пяти материках ныне производят широтные наблюдения для исследований движения земных полюсов. Может быть, так много обсерваторий для определения широт, по существу, и не нужно. Однако



Движение Северного полюса в 1962—1968 гг. Положение Северного полюса определяется в прямоугольных координатах: ось  $X$  направлена по Гринвичскому меридиану, а ось  $Y$  — к западу, в сторону Северной Америки. За начало координат принимают среднее положение, вокруг которого полюс колебался в течение 1900—1905 гг. (точка  $O$ ). Положение полюса в 1965 г. (отмечено крестиком в кружке) сильно сместилось в сторону от начала координат. За 63 года полюс передвинулся на 7 м в направлении меридиана около  $80^\circ$  з. д. — в сторону Лабрадора. За этот промежуток времени движение полюса в среднем составляло около 11 см в год. Близкие к этому результаты находили раньше и другие исследователи: А. Я. Орлов, В. Швейдар, В. Ламберт, В. Марковиц, Н. Секигучи

наблюдений в какой-либо одной стране недостаточно. Если полюс сместится, скажем, в направлении пулковского меридиана в сторону Пулково, то широта этой обсерватории увеличится, но движение полюса в перпендикулярном направлении на широте Пулково не отразится. Для того чтобы обнаружить и измерить такое поперечное движение полюса, нужно наблюдать широту в месте с долготой на  $90^\circ$  к востоку или западу от данного. Благодаря огромной протяженности территории Советского Союза оказалось возможным найти в пределах нашей страны удобное место, расположенное к востоку от Пулково почти точно на  $90^\circ$ . Это — Благовещенск на Амуре, где по программе Международного геофизического года была организована широтная станция и с 1959 г. начались регулярные наблюдения.

Для определения точных положений полюсов используются наблюдения всех обсерваторий, участвующих в Службе широты. Между-

народный центр, производящий общую сводку и вывод координат полюса, сначала находился в Германии, во время первой мировой войны был переведен в Японию, а затем в Италию. С 1961 г. центральное бюро, изучающее движение земных полюсов, снова находится в Японии, где вычислениями руководит профессор Юми.

Лет через тридцать после учреждения Международной Службы широты, когда накопилось достаточно наблюдений, стало выясняться, что среднее положение полюсов, вокруг которого они совершают периодические движения, медленно смещается, причем Северный полюс движется в направлении меридиана около  $70^\circ$  з. д. — в сторону Северной Америки. В настоящее время, по сравнению с началом XX в., это смещение несколько превысило  $0'',2 = 6$  м, или около 11 см в год. В отличие от периодического, такое движение называют вековым.

Этим движением полюсов совершенно нельзя объяснить изменение климата, скажем за последние 100 000 лет. Действительно, за это время при скорости движения около 11 см в год полюс сместился бы лишь на 11 км, что, конечно, не могло заметно повлиять на климат, хотя в этот период было несколько оледенений, охватывавших большие пространства в Европе и Америке. Но если взять промежуток 10 млн. лет (в геологическом отношении не чрезмерно длительный срок), полюс мог бы переместиться более чем на 1000 км. А это уже имело бы заметное влияние на климат Земли.

Наблюдениями установлено лишь движение полюса за последние 60—70 лет. Каким было это движение раньше и каким оно будет, наблюдения не дают ответа. Зато некоторые теоретические соображения позволяют заглянуть несколько в глубь времен.

Еще в 1913 г. выдающийся венгерский физик Л. Этвёш указал, что существует очень слабая сила, стремящаяся сдвинуть материки к экватору, которая была названа им «полюсобежной силой». Этот вывод был сделан на основе теории изостатической компенсации материковых масс, но к такому же заключению можно прийти и более простым путем.

Наблюдаемое движение полюсов можно объяснить только смещением оси вращения относительно земного шара или, точнее, некоторым «болтанием» Земли на своей оси, подобно тому как болтается велосипедное колесо при плохо подтянутых подшипниках. Однако Земля настолько велика и массивна, что очень трудно заставить ее качаться на оси. Но земная

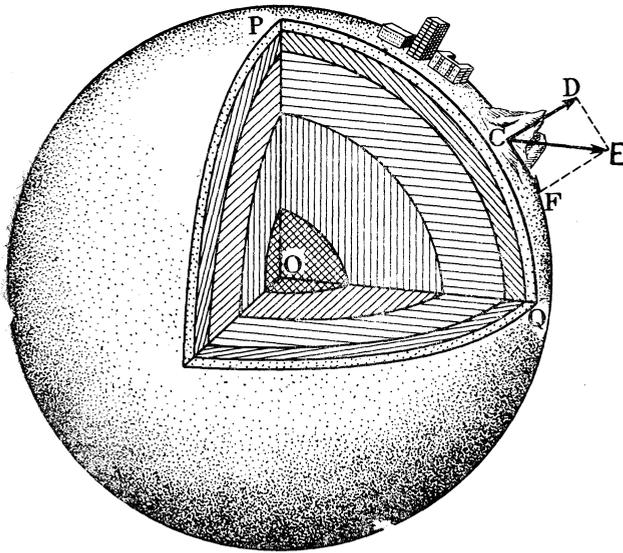


Схема возникновения полюсобежной силы. С — центр тяжести материковой массы. Находясь дальше от оси вращения Земли, чем подножие материка, эта точка испытывает несколько большую центробежную силу; избыток изображен вектором (СЕ), направленным перпендикулярно к оси вращения ОР. Разложим этот вектор на две составляющие: одну — направленную по вертикали вверх (СД), которая уменьшает на очень малую долю вес материковой массы, а другую — горизонтальную (СF), направленную к экватору. Эта последняя и есть «полюсобежная» сила. Понятно, что на самом полюсе, где центробежная сила отсутствует, горизонтальная составляющая равна нулю, так же как и на экваторе, где весь избыток центробежной силы направлен по вертикали. Наибольшей величины полюсобежная сила достигает на широте  $\pm 45^\circ$ , причем она пропорциональна высоте материка и синусу удвоенной широты

кора (если в соответствии с теорией изостазии принять ее толщину в 100—120 км) имеет момент инерции примерно в 20 раз меньший, чем вся Земля в целом. Поэтому земную кору гораздо легче сдвинуть по подстилающей ее пластической массе, на которой она как бы плавает. Тогда даже слабая полюсобежная сила, постоянно действующая в одном направлении, способна сообщить ей медленное движение. Эту силу уместно сравнить с притяжением Луны и Солнца, вызывающим морские приливы. Оказывается, что приливообразующая сила в 12 раз слабее, но тем не менее производит большие перемещения массы воды. Можно возразить, что жидкая вода гораздо подвижнее твердой коры. Зато приливы смещают воду на метры в течение нескольких часов, а полюсобежная сила сдвигает земную кору всего на несколько сантиметров в год, т. е. в десятки тысяч раз медленнее.

Посмотрим, какое действие может вызвать полюсобежная сила. Если бы материки были

расположены симметрично относительно экватора, то все полюсобежные силы взаимно уравновешивались бы и земная кора не получила бы никакого преимущественного движения. Но в северном полушарии доминирует материк Азия и, особенно, высочайшее в мире обширное плато Тибет, которое стремится сдвинуть земную кору на юг — к экватору. Ему несколько противодействует расположенный с обратной стороны Земли материк Северной Америки, но помогает Южная Америка своим стремлением двигаться к северу. На высокий материк Африки полюсобежная сила не оказывает значительного действия, так как он расположен на экваторе. Остальные материки испытывают очень слабое влияние либо из-за незначительной средней высоты (Европа и Австралия), либо из-за географического положения (Антарктида). В результате произведенного нами подсчета получается, что равнодействующая всех полюсобежных сил стремится повернуть земную кору к экватору вдоль меридиана  $97^\circ$  в. д. В таком случае Северный полюс будет смещаться по земной поверхности вдоль меридиана  $83^\circ$  з. д., что достаточно согласуется с наблюдениями. Однако на вековое движение наслаиваются два периодических: чендлерово с периодом в 14 месяцев и годичное. Кроме того, по-видимому, имеются еще мелкие неправильные отклонения, быть может, частично вызванные катастрофическими землетрясениями и даже солнечным ветром, но общая тенденция векового движения превалирует. Теперь можно утверждать, что вековое движение полюсов не ограничивается коротким промежутком в 60—70 лет, охваченным наблюдениями. Оно существовало и раньше в течение многих тысячелетий и будет продолжаться, пока не произойдут существенные изменения в рельефе суши, которые повлияют на распределение полюсобежных сил.

Заметим еще, что материки тянут кору в разных направлениях. И хотя движение в сторону Лабрадора преобладает, имеется стремление материков и к индивидуальному движению. Вероятно, именно этим вызван континентальный дрейф — несогласованное смещение отдельных частей в разные стороны. Но, по всем данным, такие движения значительно меньше, чем вековое, и исчисляются не сантиметрами, а миллиметрами в год. Для исследования перемещений материков астрономические методы недостаточно чувствительны. Слишком долго нужно наблюдать, чтобы их обнаружить. Современная техника располагает гораздо более мощными средствами, которые обещают в ближайшем будущем вплотную подойти к решению этой интересной задачи.

**В. В. КАЗЮТИНСКИЙ**  
кандидат философских наук

# Энгельс и философские вопросы астрономии

(К 150-летию со дня рождения Фридриха Энгельса)

Астрономия — «первая наука людей» — на всех этапах своей истории играла важнейшую роль в разработке материалистических взглядов на мир и на место в нем человека. Вот почему Ф. Энгельс, формулируя основы диалектико-материалистических представлений о природе, уделял философским выводам из астрономии очень большое внимание. В своих трудах «Анти-Дюринг» и «Диалектика природы» Энгельс рассмотрел борьбу мировоззрений в истории астрономии и философски обобщил современные ему представления о Вселенной.

С тех пор в астрономии были сделаны открытия эпохального значения, во многом изменившие лицо этой науки. Возникает вопрос: в какой мере высказывания Энгельса по философским вопросам астрономии сохраняют свою силу и сейчас?

Естественнонаучное развитие XX века убедительно показало, что только материалистическая диалектика способна успешно решать его мировоззренческие, теоретико-познавательные и методологические проблемы. Но диалектика — не застывшая и неизменная догма, а творческое учение, которое постоянно развивается на основе общественно-исторической практики и новых научных данных. В. И. Ленин, приводя слова Энгельса, что «с каждым составляющим эпоху открытием, даже в естественнонаучной области» (не говоря уже об истории человечества) «материализм неизбежно должен изменять свою форму», делает вывод: «Следовательно, ревизия «формы» материализма Энгельса, его натурфилософских положений не только не заключает в себе ничего «ревизионистского» в установленном смысле слова, а, напротив, необходимо требуется марксизмом» \*.

Каково же значение проведенного Энгельсом анализа философских проблем науки о Вселенной для современной астрономии, что нового вносит в этот анализ астрономия XX века?

\* В. И. Ленин, Полн. собр. соч., т. 18, стр. 205—206.

## КОПЕРНИКОВСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ЕЕ МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Ф. Энгельс исключительно высоко оценивал мировоззренческое значение революции в астрономии, вызванной появлением книги Коперника «О вращениях небесных сфер». Энгельс назвал это произведение «бессмертным творением Коперника», «революционным актом, которым исследование природы заявило о своей независимости...» от теологии. «...Коперник бросил — хотя и робко и, так сказать, лишь на смертном одре — вызов церковному авторитету в вопросах природы» \*.

Как известно, после создания общей теории относительности делались попытки пересмотреть мировоззренческие аспекты спора между сторонниками системы Коперника и системы Птолемея, признать этот спор лишенным смысла с точки зрения современной науки. Такие попытки были вызваны следующим высказыванием А. Эйнштейна: «Можем ли мы сформулировать физические законы таким образом, чтобы они были справедливыми для всех систем координат, не только для систем, движущихся прямолинейно и равномерно, но и для систем, движущихся совершенно произвольно по отношению друг к другу?». Если бы это оказалось возможным, борьба «между воззрениями Птолемея и Коперника, столь жестокая в ранние дни науки, стала бы тогда совершенно бессмысленной. Любая система координат могла бы применяться с одинаковым успехом. Два предложения «Солнце покоится, а Земля движется» и «Солнце движется, а Земля покоится» — означали бы просто два различных соглашения о двух различных системах координат» \*\*.

В этом утверждении теологи увидели соблазнительную возможность «оправдать» инквизицию, которая сожгла на костре Джордано Бруно и жестоко преследовала Галилео Галилея за пропаганду системы Копер-

\* К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 347.

\*\* А. Эйнштейн, Л. Инфельд. Эволюция физики. М., «Наука», 1965 г., стр. 176.

ника. Сам Эйнштейн, однако, решительно протестовал против подобного истолкования своих взглядов. По случаю 410-й годовщины со дня смерти Коперника он писал: «Сегодня мы с радостью и благодарностью чтим память человека, который больше, чем кто-либо иной на Западе, способствовал освобождению умов от церковных оков и научных догм»\*. Эта оценка мировоззренческого значения системы Коперника полностью совпадает с оценкой Энгельса.

Но, может быть, в позиции Эйнштейна заключено внутреннее противоречие? — Нет, ибо Эйнштейн, поставив вопрос о равноправии систем Коперника и Птолемея, имел в виду их равноправие в физическом (точнее, в динамическом) смысле. Он исходил из того, что общая теория относительности устанавливает относительность не только скорости, но и ускорения. Следовательно, все системы отсчета, движущиеся относительно друг друга произвольным образом, с любыми ускорениями, совершенно равноправны. Значит, в известном смысле равноправны и системы отсчета, связанные с Землей и Солнцем (эти системы различаются только выбором тела отсчета).

Но мы уже видели, что Эйнштейн не сводил значение коперниковской революции в астрономии лишь к спору о системах отсчета. В этом убеждают и следующие слова Эйнштейна: «Великое достижение Коперника не только проложило дорогу современной астрономии; оно способствовало решительному изменению отношения людей к космосу. Раз было признано, что Земля является не центром мира, а лишь одной из самых малых планет, то и иллюзорное представление о центральной роли самого человека стало несостоятельным»\*\*.

Многие ученые считают, однако, что общая теория относительности не внесла никакого принципиального изменения в оценку спора между сторонниками системы Коперника и Птолемея даже с точки зрения физики.

Сейчас, как и раньше, подчеркивает академик В. А. Фок, спор двух систем «следует считать однозначно решенным в пользу Коперника»\*\*\*. Аналогично мнение академика А. Д. Александрова\*\*\*\*.

Проблема физического истолкования общей теории относительности и, соответственно, физического равноправия систем Птолемея и Коперника, конечно, очень важна, но она не имеет прямого отношения к оценке мировоззренческого и общенаучного значения того переворота в астрономии, который произошел с появлением системы Коперника. Независимо от различий в

решении этой проблемы все современные ученые признают огромную историческую роль системы Коперника в развитии научного мышления и в борьбе с теологией.

Система Птолемея — вершина античной астрономии — в эпоху Возрождения была неразрывно связана с религиозной догматикой и служила естественнонаучной «опорой» религиозному мировоззрению. Галилей и судившие его инквизиторы спорили не о различных системах отсчета. В их споре о структуре Вселенной явственно вырисовывались **мировоззренческие** проблемы. Например, занимает ли человек центральное положение во Вселенной, как считала церковь, или же он — обитатель одной из рядовых планет? Система Коперника нанесла сокрушительный удар по теологическим догмам об исключительности места человека во Вселенной. Тем самым, как подчеркивал Энгельс, «Коперник... дает отставку теологии...»\*. Система Коперника, позволившая выявить истинные закономерности планетных движений, дала возможность сформулировать и законы классической механики. Развитие физики от Ньютона до Эйнштейна и далее, вплоть до наших дней, стало продолжением научного подвига, который совершил Коперник.

Мнение, согласно которому борьба систем Коперника и Птолемея сводится к спору по частному вопросу (о равноправии различных систем отсчета), основано, таким образом, на одностороннем понимании не только революции в астрономии эпохи Возрождения и нового времени, но и дальнейшего прогресса науки. Лишь смешение мировоззренческих и физических аспектов спора о равноправии систем Коперника и Птолемея могло привести теологов к желанным для них, но, увы, совершенно ошибочным мировоззренческим выводам.

## ПРОБЛЕМА БЕСКОНЕЧНОСТИ ВСЕЛЕННОЙ

Энгельс считал, что проблема бесконечности материального мира носит более общий характер, чем проблема бесконечности пространства и времени: «...бесконечное многообразие природы и истории заключает в себе бесконечность пространства и времени... как... существенный, но не преобладающий момент»\*\*. Бесконечность пространства и времени Энгельс рассматривал как их безграничность: «Вечность во времени, бесконечность в пространстве,— как это ясно с первого взгляда и соответствует прямому смыслу этих слов,— состоят в том, что тут нет конца ни в какую сторону,— ни вперед, ни назад, ни вверх, ни вниз, ни вправо, ни влево»\*\*\*.

Идея о бесконечном многообразии материального мира основана на философском обобщении всей истории естествознания. Она представляет собой одно из коренных положений материалистической диалектики. Прямое продолжение идеи Энгельса — ленинская

\* А. Эйнштейн. Собр. науч. тр., т. IV, М., «Наука», 1967 г., стр. 343.

\*\* Там же.

\*\*\* В. А. Фок. Система Коперника и система Птолемея в свете общей теории относительности. «Николай Коперник». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1947 г., стр. 180.

\*\*\*\* А. Д. Александров. Истина и заблуждение. «Вопросы философии», № 4, 1967 г., стр. 68.

\* К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 350.

\*\* Там же, стр. 551—552.

\*\*\* Там же, стр. 49.

мысль о неисчерпаемости электрона, как и атома. Развитие этих идей Ф. Энгельса и В. И. Ленина в современном естествознании привело к интересным и плодотворным выводам о многообразии физических структур материи, многообразии типов движений физических форм материи, многообразии свойств пространства и времени\*.

Что касается высказываний Энгельса о бесконечности пространства и времени, то они конкретизируют принцип единства мира на материале естествознания второй половины XIX в. В классической, ньютоновой космологии считалось, что пространство Вселенной описывает геометрия Эвклида. Признание бесконечности пространства (отождествлявшейся с его безграничностью) и было лишь иной формулировкой того, что ничего нематериального за пределами физической Вселенной нет. В самом деле, конечность пространства с точки зрения классической физики можно было бы понять только так: если пространство конечно, оно должно быть ограничено (видимо, чем-то нематериальным).

То, что Энгельс еще не различал бесконечность и безграничность, вполне естественно, это соответствовало духу современной ему науки. Правда, в 1854 г. выдающийся немецкий математик Б. Риман показал, что конечность и ограниченность не одно и то же. Конечное (замкнутое) пространство может оказаться и безграничным. Вывод Римана был опубликован лишь в 1868 г. и далеко не сразу привлек к себе внимание ученых. Не удивительно, что Энгельсу он был неизвестен.

Некоторое время казалось, что различие бесконечности и безграничности — лишь одна из тонкостей «чистой математики». Но после создания современной, релятивистской космологии ситуация коренным образом изменилась. Релятивистская космология опирается на геометрию Римана, а поэтому совершенно необходимо различать бесконечность и безграничность пространства\*\*.

Из релятивистской космологии следует, что пространство может оказаться конечным. (Конечность пространства означает его замкнутость, а не ограниченность.) Такая возможность не единственная: Вселенная, согласно теории, может оказаться и пространственно-бесконечной. Еще нет достаточных наблюдательных данных, чтобы решить, какая из этих возможностей реализуется. Теория допускает, что физические условия в прошлом во Вселенной были таковы, что и свойства пространства, и свойства времени существенно отличались от привычных нам. Можно даже представить, что время в привычной нам форме непрерывной длительности имело некое начало. Это совсем не означает, конечно, что мы сталкиваемся здесь с каким-то абсо-

лютным «началом всего». Вполне возможно, что это лишь начало существования Вселенной в ее нынешнем, известном нам состоянии, тогда как материя, разумеется, никакого начала не имела.

Выводы релятивистской космологии выглядели настолько поразительными и необычными, что вокруг них немедленно разгорелись ожесточенные споры. Некоторые ученые (философы, космологи) объявили представления о конечной в пространстве и времени Вселенной идеалистическими. Проявлением идеализма в астрономии объявлялась и вся теория расширяющейся Вселенной, несмотря на то, что, во-первых, конечность пространства и времени рассматривается в ней лишь как одна из возможностей и, во-вторых, в пространстве — времени Вселенная при всех условиях бесконечна! Сейчас к этому можно добавить интересный вывод об относительности конечности и бесконечности пространственных объектов и интервалов времени: и те, и другие зависят от выбора системы отсчета, конечность пространства (времени) в одной системе отсчета не исключает их бесконечности в другой системе отсчета. Но критики релятивистской космологии, не обращая на это внимания, просто ссылались на цитаты из «Диалектики природы» и «Анти-Дюринга», в которых бесконечность пространства и времени отождествлялась с безграничностью. В результате, эти цитаты стали рассматриваться как некий философский эталон, а один из аспектов бесконечности Вселенной, который сам Энгельс считал «не преобладающим», был превращен в единственный ее аспект.

Подобный подход несовместим, однако, с духом материалистической диалектики. Диалектика не навязывает естественным наукам какой-либо «мировой схематики», не подменяет их в решении специальных вопросов. Вопрос о конкретных (физических и геометрических) свойствах пространства и времени заведомо не философский. Он может решаться только в результате анализа фактических данных. Что может быть более далеким от марксистской диалектики, чем возведение в ранг философского положения конкретных данных естественных наук, соответствующих определенному уровню их развития?

Энгельс, обсуждая философские аспекты проблемы бесконечности Вселенной, исходил из тех данных, которыми располагала наука примерно в середине XIX в. С тех пор математика, физика, космология накопили колоссальный материал по вопросам пространства, времени, бесконечности. Проблема существенно усложнилась. Современная релятивистская космология более адекватно отражает реальность, но и современное решение проблемы бесконечности, разумеется, нельзя считать «окончательным», «абсолютным» и т. д. Материалистическая диалектика, как писал В. И. Ленин, «настаивает на временном, приблизительном, относительном характере» всех таких «вех познания природы прогрессирующей наукой человека»\*.

\* А. Л. Зельманов. Многообразие материального мира и проблема бесконечности Вселенной. «Бесконечность и Вселенная». М., «Мысль», 1969 г.

\*\* Г. И. Наан. Понятие бесконечности в математике и космологии. «Бесконечность и Вселенная». М., «Мысль», 1969 г.

\* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 277.

## ПРОБЛЕМА «ТЕПЛОЙ СМЕРТИ» ВСЕЛЕННОЙ

В середине XIX в., после того как были сформулированы основные принципы термодинамики, возникла проблема направленности процессов во Вселенной.

Согласно второму началу термодинамики (принципу возрастания энтропии), энтропия замкнутой физической системы стремится к максимальному значению, присущему состоянию равновесия этой системы. Применение этого принципа к Вселенной как целому привело известных физиков У. Томсона (лорда Кельвина) и Р. Клаузиуса к выводу о неизбежности «тепловой смерти» Вселенной. «Энергия мира постоянна. Энтропия мира стремится к максимуму»,— утверждал Клаузиус. Когда состояние максимальной энтропии будет достигнуто, Вселенная по мнению Клаузиуса, окажется в состоянии «мертвого покоя».

Энгельс, анализируя гипотезу «тепловой смерти» Вселенной, писал, что она противоречит закону сохранения и превращения энергии—первому началу термодинамики. По словам Энгельса, «в каком бы виде ни выступало перед нами второе положение Клаузиуса и т. д., во всяком случае, согласно ему, энергия теряется, если не количественно, то качественно»\*. Но сохранение энергии надо «понимать не только в количественном, но и в качественном смысле»\*\*, как неуничтожимость движения материи. Ни одна из форм материи не может исчезнуть абсолютно, навсегда. «...Излученная в мировое пространство теплота,— писал Энгельс,—должна иметь возможность каким-то путем — путем, установление которого будет когда-то в будущем задачей естествознания,—превратиться в другую форму движения, в которой она может снова сосредоточиться и начать активно функционировать»\*\*\*. Следовательно, можно предполагать существование процессов, компенсирующих возрастание энтропии. Во Вселенной, согласно идеям Энгельса, должен происходить круговорот материи, но не механический, когда постоянно повторяются одни и те же качества, а круговорот, которому соответствует многообразие новых качеств. Обсуждая, например, понятие «первоначальной туманности» в космогонической гипотезе Канта, Энгельс отмечал, что «материя до этой первоначальной туманности прошла через бесконечный ряд других форм»\*\*\*\*. Энгельс рассматривал свои аргументы против «тепловой смерти» Вселенной как философскую постановку вопроса о неуничтожимости движения. Конкретное решение этой проблемы он считал делом естествознания. И действительно, в дальнейшем развитие естествознания позволило выявить различные пути опровержения гипотезы «тепловой смерти» Вселенной. Оказалось, что принцип возрастания энтропии нельзя рассматривать как противоречащий принципу сохранения энергии: оба эти принципа независимы друг от

друга. Далее, никаких фактических данных, свидетельствующих о границах применимости принципа возрастания энтропии, в настоящее время нет. Но признание независимости и даже универсальности двух основных начал термодинамики, как выяснилось, вовсе не приводит с неизбежностью к выводу о «тепловой смерти» Вселенной. Американский физик Р. Толмэн, рассматривая проблему с точки зрения релятивистской теории тяготения, еще в 30-е годы показал, что Вселенная никогда не придет в состояние теплового равновесия даже при неограниченном возрастании энтропии\*. За последние годы появилось довольно большое число теоретических моделей, в которых «тепловая смерть» Вселенной никогда не наступит, даже если в каждой конечной ее области энтропия возрастает\*\*. Какая из этих моделей ближе к реальности и не потребуются ли создание каких-либо принципиально новых представлений? — На этот счет могут быть разные мнения. Тем не менее, вывод о том, что необратимое развитие Вселенной не приводит ее к состоянию «тепловой смерти» получает все большее обоснование.

Итак, хотя конкретные пути отказа от идеи «тепловой смерти» Вселенной во многом иные, чем в свое время они представлялись Энгельсу и другим ученым, основной вывод Энгельса, решительно отвергавшего гипотезу «тепловой смерти», находится в хорошем соответствии с результатами современной науки. Этот вывод получает все большее обоснование в современной астрономии.

## ПРОБЛЕМА ЖИЗНИ И РАЗУМА ВО ВСЕЛЕННОЙ

Развитие материи во Вселенной Энгельс рассматривал как закономерный процесс, высший продукт которого — возникновение человека. Жизнь во Вселенной с неизбежностью зарождается там, где создаются подходящие условия (т. е. не обязательно всюду и всегда). Энгельс подчеркивал, что «время органической жизни и, тем более, время жизни существ, сознающих себя и природу, отмерено столь же скудно, как и то пространство, в пределах которого существует жизнь»\*\*\*. Но «с той же самой железной необходимостью», с какой материя «когда-нибудь истребит на Земле свой высший цвет — мыслящий дух, она должна будет его снова породить где-нибудь в другом месте и в другое время»\*\*\*\*.

\* Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Статистическая физика. М., «Наука», 1964 г.; Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. Релятивистская астрофизика. М., «Наука», 1967 г.

\*\* Я. П. Терлецкий. Проблемы статистической физики и термодинамики гравитирующих систем. «Труды шестого совещания по вопросам космологии». Изд-во АН СССР, 1959 г.; К. П. Станюкович. К вопросу о термодинамике Вселенной. «Труды шестого совещания по вопросам космогонии». М., Изд-во АН СССР, 1959 г.

\*\*\* К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 362.  
\*\*\*\* Там же, стр. 363.

\* К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 600.

\*\* Там же, стр. 360.

\*\*\* Там же, стр. 362.

\*\*\*\* Там же, стр. 58.

Высказываниям Энгельса по проблеме жизни во Вселенной иногда давалось очень своеобразное истолкование. Считали, например, что существование жизни на какой-нибудь планете (в частности, на Марсе) может быть доказано, исходя из философских соображений. Для «усиления» аргументации всякая иная точка зрения объявлялась идеалистической.

Между тем вопрос о существовании жизни (включая разумную жизнь) на данной планете не может быть решен чисто философскими средствами. Материалистическая диалектика не дает никаких указаний, как часто возникают в нашей Вселенной условия для появления жизни и разума. Существуют ли в Галактике сотни тысяч обитаемых планет или их только десятки, а может быть даже единицы — это выяснится путем обобщения фактических данных. Философия здесь служит лишь общим ориентиром для исследователей. Каковы условия, необходимые для возникновения и развития жизни, а затем и «мыслящего духа»? Каковы сроки существования цивилизаций? Возникает ли жизнь закономерно или случайным образом? В решении подобных вопросов ученые неизбежно исходят не

только из естественнонаучных данных, но также из определенных философских соображений, которые способны оказывать довольно сильное влияние на ход их рассуждений.

Проблема жизни и разума во Вселенной изучается сейчас комплексными средствами многих наук\*. Но высказывания Энгельса по этой проблеме отнюдь не утратили своей актуальности. Они разделяются, пожалуй, многими современными исследователями. Мысли Энгельса об ограниченности тех рамок, в которых могут развиваться жизнь и разум, и о том, что жизнь — явление закономерное, хотя и сравнительно редкое, выдержали проверку временем и находят очень большое число сторонников.

\* И. С. Шкловский. Вселенная, жизнь, разум. М., «Наука», 1965 г.; А. Д. Урсул. Освоение космоса. М., «Мысль», 1967 г.; Л. М. Гиндилис, С. А. Каплан, Н. С. Кардашов, Б. Н. Пановкин, Б. В. Сухотин, Г. М. Хованов. Внеземные цивилизации. М., «Наука», 1969 г.; В. Г. Фесенков. Условия жизни во Вселенной. «Природа», № 1, 1970 г.



## АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ «ВЕНЕРА-7» НА МЕЖПЛАНЕТНОЙ ТРАССЕ

17 августа 1970 г. в 8 часов 38 минут московского времени в Советском Союзе запущена автоматическая межпланетная станция «Венера-7».

Основная цель запуска, осуществленного в соответствии с программой исследований космического пространства и планет солнечной системы, — продолжение исследований планет Венера.

«Венера-7» усовершенствована по сравнению с предыдущими станциями серии «Венера». Ее вес составляет 1180 кг.

Автоматическая станция «Венера-7» вместе с последней ступенью ракеты-носителя была выведена на промежуточную орбиту искусствен-

ного спутника Земли. В 9 часов 59 минут московского времени по команде от программно-временного устройства был включен двигатель последней ступени, а через 224 секунды он сообщил станции скорость, несколько превышающую вторую космическую.

Автоматическая станция «Венера-7» выведена на траекторию, близкую к расчетной.

Бортовые системы и научная аппаратура станции работают нормально. Управление полетом автоматической станции осуществляется из Центра дальней космической связи. На частоте 928,429 Мгц с автоматической станцией «Венера-7» поддерживается регулярная

радиосвязь и производится прием научной информации. Координационно-вычислительный центр ведет обработку поступающей информации.

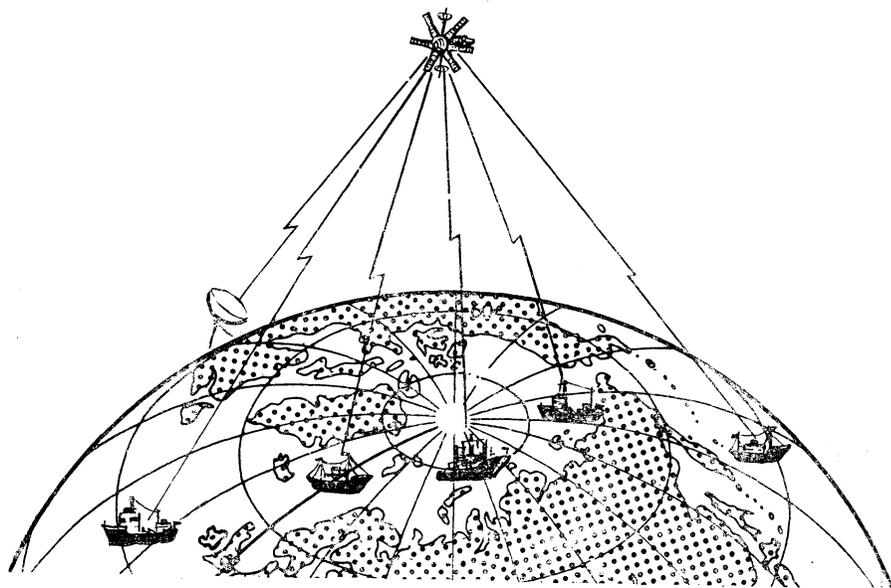
Ракетная космическая техника открыла новую эпоху в изучении планет солнечной системы. Особенно крупные успехи достигнуты в исследованиях Венеры. Прямые измерения физических характеристик и химического состава, осуществленные непосредственно в атмосфере Венеры советскими автоматическими станциями «Венера-4», «Венера-5», «Венера-6», а также измерения, выполненные американским космическим аппаратом «Маринер-5» дали уникальную информацию.

Венера таит в себе еще много тайн. Разгадывая их, планетология обогащается все новыми и новыми фундаментальными открытиями.

**К. П. ВАСИЛЬЕВ**  
кандидат физико-  
математических наук

# Спутники и мореплавание

**Достижения космонавтики позволяют по-новому организовать службу безопасности плавания на океанах и морях.**

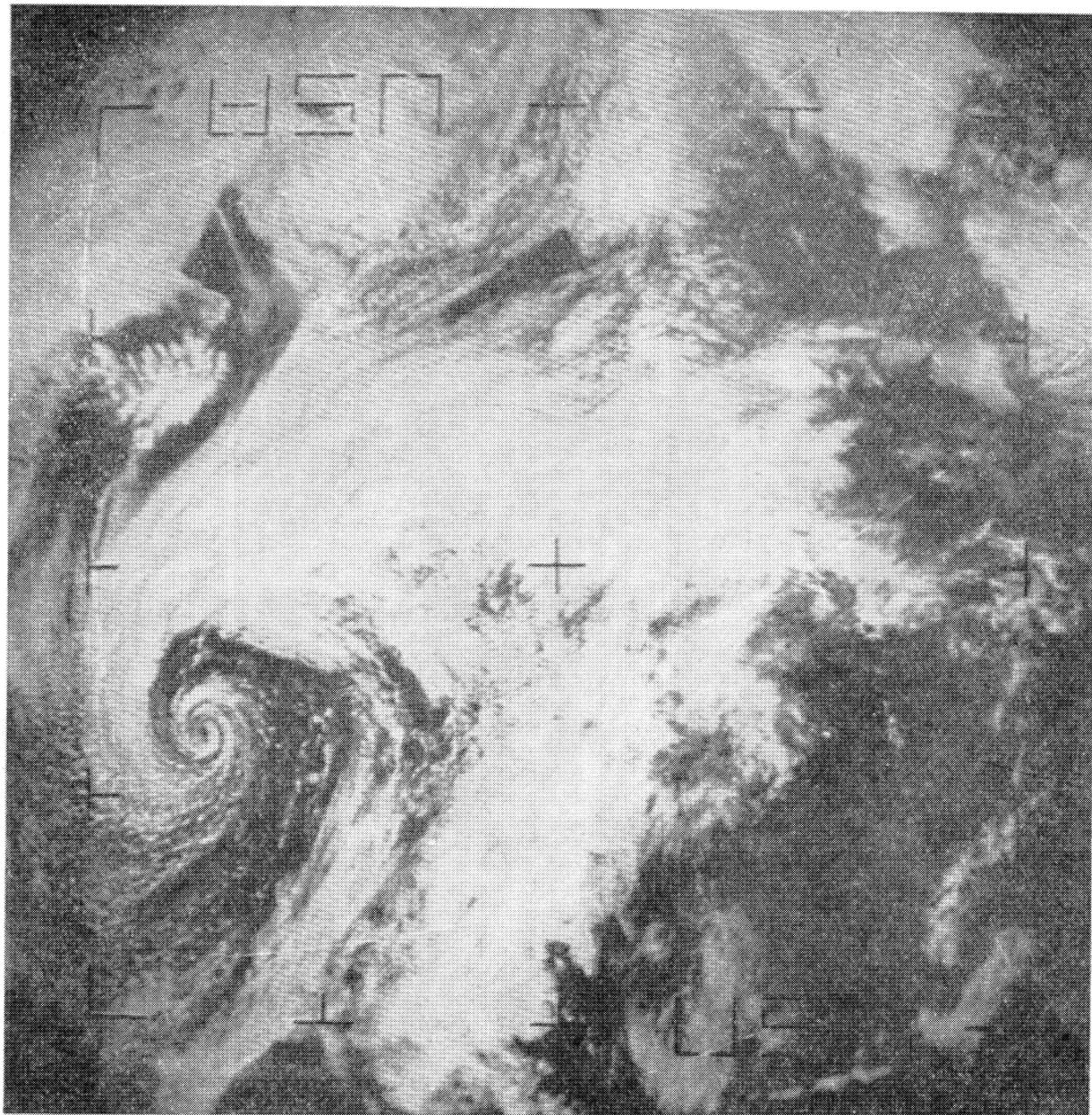


Рейс корабля из одного пункта в другой по безопасному и кратчайшему пути прокладывается на навигационной карте. Выбрать этот путь и контролировать правильность следования по нему должен капитан судна. В начале развития мореплавания эта задача была особенно сложной. Тогда капитаны парусных судов располагали скудными сведениями о ветровом режиме, морских течениях и рельефе дна. Постепенно накапливался опыт. Курс стали выбирать, учитывая особенности ветрового режима и течений в различных районах Мирового океана. Однако научная «навигация» зародилась только в се-

редине XIX в. Американский моряк М. Мари привел в систему многочисленные наблюдения за ветром и течением и построил карты их распределения в океанах. Капитаны парусных судов, пользуясь этими картами, значительно сокращали сроки плавания.

Позже, когда парусные суда сменились паровыми, интерес мореплавателей к условиям погоды и состоянию океана несколько снизился. Однако время даже существовало мнение, что конструкция современных судов и их техническая оснащённость позволяют в известной степени пренебрегать гидрометеорологическими

факторами. При этом предполагалось, что сократить срок плавания можно за счет кратчайшего расстояния, т. е. плавания по дуге большого круга без учета гидрометеорологических условий на маршруте судна. Однако вскоре убедились, что кратчайший путь не всегда оказывается выгодным и быстрым. На помощь пришли гидрометеорологические климатические справочники, по которым выбирался маршрут с наименьшей повторяемостью штормовой погоды. Таков, например, маршрут плавания из Европы к берегам Центральной Америки. В зимний период курс прокладывался в обход штормо-



вой зоны высоких широт, на Азорские острова, а далее — по дуге большого круга. Для следования в обратном направлении выбирали курс ближе к дуге большого круга, используя попутное течение и ветер. Летом, когда штормовая активность затухает, суда поднимались к северу, проходили мимо Большой Ньюфаундлендской банки, минуя районы

*Телевизионный снимок северо-восточной части Атлантического океана с метеорологического спутника «ЭССА-8», сделанный 13 мая 1969 г. К югу от острова Исландия — циклон, который предопределил штормовую погоду. Сила ветра в этом районе достигает 9 баллов, высота волн 5 м. К северо-западу от Исландии видно положение кромки льда. При сложившихся на северо-востоке Атлантического океана условиях погоды судам, следующим в океан из портов Балтийского моря, целесообразнее выходить через пролив Ла-Манш, чтобы избежать жестокого шторма, наблюдающегося к северу от островов Великобритании*

возникновения и смещения тропических ураганов. Постепенно сложились стандартные климатические океанические пути, которыми пользуются моряки многих стран и в настоящее время.

Однако климатические пути — это не радикальное решение проблемы наиболее экономичного и безопасного маршрута судна. Построенные на основании осредненных многолетних данных, они не избавляют судоводителя от встречи с неблагоприятными гидрометеорологическими условиями. Текущие и ожидаемые гидрометеорологические условия таким маршрутом не учитываются, и это ведет к потере времени, а нередко и к авариям. Так, например, в 1962 г. в Мировом океане во время штормов затонуло 4 судна и 822 получили повреждения. Миллионные убытки — это прямая дань за пренебрежительное отношение к морю. А сколько морской флот теряет ежегодно, плавая по стандартным климатическим путям и не принимая в расчет возможных изменений погоды и состояния моря! Суда из-за неблагоприятных гидрометеорологических условий снижают свою скорость в среднем на 14%. При высоте волн 5—7 м эти потери возрастают до 50%. Таким образом, для судна, эксплуатационные расходы которого в море составляют 3000 рублей в сутки, сокращение времени трансокеанского перехода на 12 часов экономит 1500 рублей. Простой расчет показывает, что потенциальная экономия торгового судоходства благодаря более совершенному выбору маршрута могла бы достигнуть 750 млн. рублей в год.

Капитаны судов большое внимание уделяют безопасности плавания, стараясь избежать районов возможных столкновений и мелей при выборе маршрута. Не напрасны ли эти опасения? Ведь современные суда оснащены навигационной электронной аппаратурой, позволяющей определять место и глубину, видеть на экране локатора суда, лед, берег. Однако из «Реестра затонувших судов», который издается в Ливерпуле, ясно, что озабоченность капитанов вполне обоснована. Например, в начале 60-

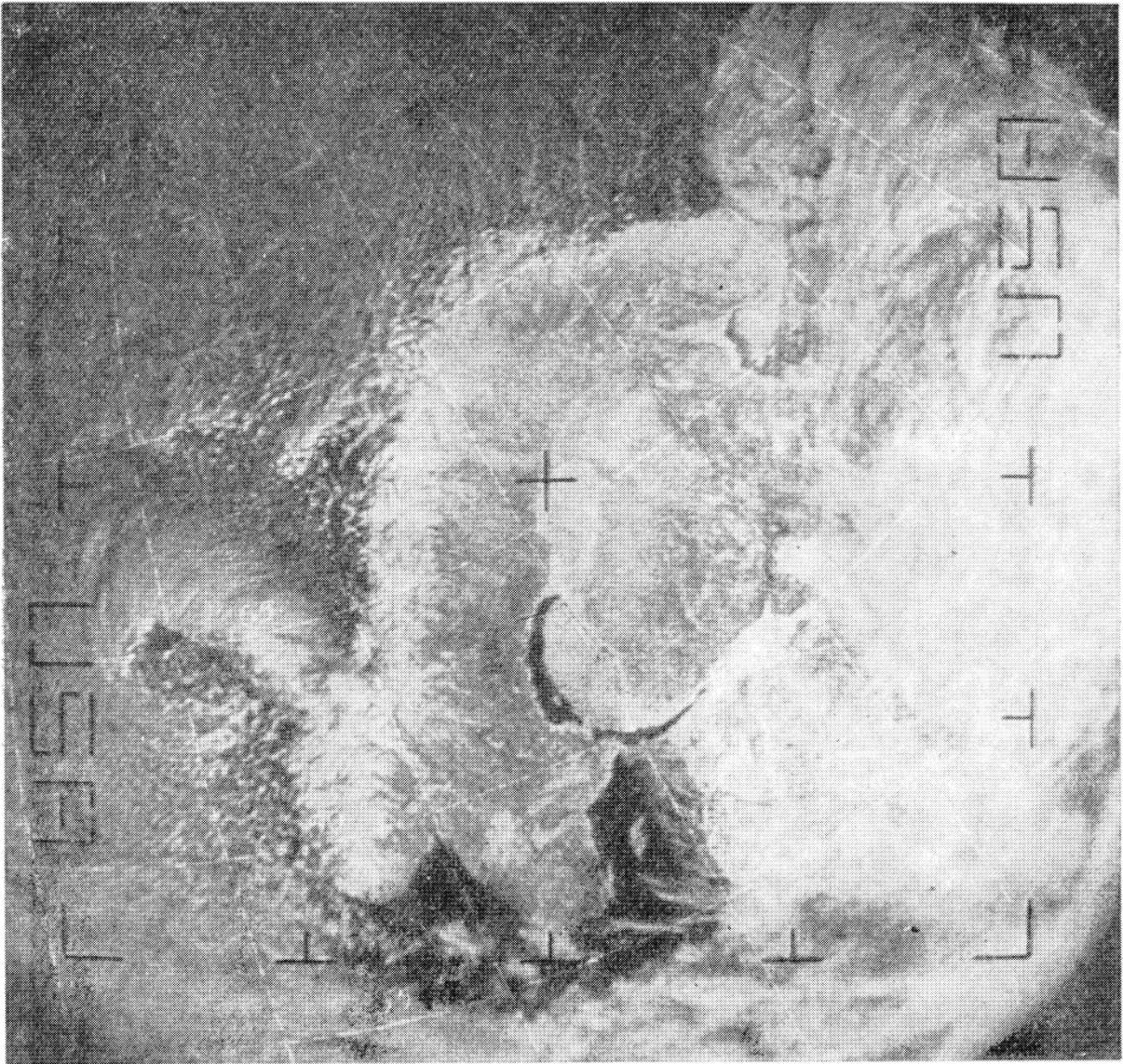


годов нашего века в результате столкновения затонули 14 судов и 1804 судна получили повреждения. Частичные убытки от посадки на мель потерпели 925 судов. Ущерб составил 500 млн. рублей.

В 1967 г., по данным крупнейшего капиталистического страхового объединения Ллойда, 8500 судов получили повреждения или потерпели аварию от столкновения и посадки на мель. Причиной аварии в тысячах случаев из них были неблагоприятные условия погоды. Несмотря на технический прогресс, аварийность в море не уменьшается, а растет. Видимо, техника судовождения все еще находится в начальной стадии развития. Поэтому особенно необходимы эффективные методы прокладки курса, более совершенные средства связи.

В настоящее время Гидрометеорологическая служба СССР обслуживает суда транспортного и рыбопромыслового флота так называемыми рекомендуемыми курсами плавания. Метод расчета рекомендуемого курса, независимо от того, как он выполняется — графически или на электронно-вычислительной машине, — всегда сводится к отысканию среди множества возможных путей наиболее экономичного и безопасного. Основой для расчета служат прогнозы погоды и состояния моря, а также зависимости потерь скорости хода судна от высоты и направления распространения волн. Выбор рекомендуемого пути плавания определяется

*Инфракрасный снимок юго-западной части Индийского океана с метеорологического спутника «Метеор-1», сделанный 25 января 1970 г. В районе Маскаренских островов развитый тропический циклон. К западу от сплошного облачного массива — дугообразная гряда кучево-дождевых облаков. Это — линия шквала, которая возникает перед тропическим циклоном, достигшим стадии урагана. В центре циклона темное пятно — глаз бури. Скорость ветра превышает 33 м/сек. Высота волн 12 м. Капитан, своевременно получив такую фотографию, изменит курс судна, чтобы миновать этот опаснейший циклон*



требованиями конкретного рейса (экономия времени, ограничение высоты волны, отсутствие бортовой качки, обеспечение максимального комфорта пассажиров, соблюдение расписания движения и т. п.).

Рассчитанный путь еще не является окончательным. Он должен быть откорректирован с учетом навигационных условий, ледовой обстановки, видимости, обледенения, течений. После корректировки рекомендуемый курс сообщается на судно. Рекомендуемые курсы, конечно, в известной степени облегчают трудности море-

плавания. Но решить проблему безопасности судовождения, видимо, может только организация управления движением судов.

Успехи космических исследований

*Телевизионный снимок Скандинавского полуострова с метеорологического спутника «ЭССА-8», сделанный 10 марта 1969 г., характеризует ледовую обстановку на Балтийском море. Вершины Ботнического и Финского заливов покрыты неподвижным льдом. В Рижском заливе наблюдается сплоченный битый лед, разрежающийся у северного и западного побережий залива. У шведского берега — обширная заприпайная полынья, уходящая в Финский залив. Поэтому суда, идущие в Ленинградский торговый порт, должны держаться ближе к финскому берегу и идти чистой водой по полынье*

позволяют создать космическую систему мореплавания и управления движением судов в океане. Искусственные спутники Земли — вот неоспоримое и кардинальное средство

для решения проблемы. Система спутников может быстро и точно определить место судна, дать сведения о ледовых условиях, течениях, волнении, местах возникновения циклонов и тропических ураганов, т. е. всю необходимую информацию для обеспечения безопасного и наиболее экономичного курса.

Итак, космическую систему навигации составят искусственные спутники и наземные центры управления. Число и тип спутников должны выбираться в зависимости от характера обслуживания, надежности и устойчивости средств связи. По всей вероятности, самым подходящим для этих целей окажется стационарный спутник. Выведенный на экваториальную орбиту, он как бы зависнет над одним из пунктов земной поверхности и с высоты 36 000 км будет «обозревать» обширные пространства Земли — от 81° с. ш. до 81° ю. ш. (более высокие широты из-за малых углов наклона телевизионной аппаратуры к поверхности Земли останутся вне пределов видимости).

Система из трех синхронных экваториальных спутников над Атлантическим, Индийским и Тихим океана-

ми сможет обеспечить передачу наблюдений со всей акватории Мирового океана через каждые 20 минут, т. е. практически непрерывно.

Наземные центры управления должны состоять из станции связи, центров обработки информации и контрольных станций. Станции связи будут осуществлять устойчивый прием и передачу информации по схеме «судно — спутник — центр», а также надежную связь между различными комплексами центра управления.

Центры обработки нужны для сбора и накопления в памяти электронно-вычислительных машин сведений о характеристиках судов, их координатах, о расположении постоянных или изменяющихся навигационных препятствий (мели, запретные зоны и т. п.), о наиболее опасных для плавания районах, о метеорологических и океанографических условиях в океанах.

Накопленная информация также должна обрабатываться в центрах.

Предполагается, что контрольные станции будут вести надзор за движением судов в океане, рассчитывать оптимальные курсы, контролировать

скорость судна во время плавания.

Для создания космической системы навигации и для управления движением судов потребуются специальная автоматическая аппаратура, которая по запросу из центра будет передавать на спутник позывные судна и принимать сведения, позволяющие корректировать курс и скорость судна. Очевидно, что успешная деятельность космической системы навигации и управления движением судов в океане может быть обеспечена при достаточной надежности всех ее комплексов.

Центры управления, получив характеристики гидрометеорологических условий в океане по телевизионным снимкам с метеорологических спутников Земли, будут иметь ясное представление об условиях по всему Мировому океану. Это позволит своевременно изменить курс и скорость судна, чтобы обойти зоны сильного шторма и плохой видимости, уклониться от встречи с тропическим циклоном или айсбергами, проложить более легкий путь во льдах, т. е. выбрать наиболее экономичный и безопасный маршрут следования судна.

## НА ОРБИТЕ «ИНТЕРКОСМОС-3»

7 августа 1970 г. в Советском Союзе произведен запуск искусственного спутника Земли «Интеркосмос-3».

Спутник «Интеркосмос-3» предназначен для изучения радиационной обстановки в околоземном пространстве, исследования связи динамических процессов в радиационных поясах Земли с солнечной активностью и исследования природы и спектра низкочастотных электромагнитных колебаний в верхней ионосфере.

Ионосферные эксперименты, как известно, были включены в научную программу «Интеркосмоса-1» и, особенно, «Интеркосмоса-2»\*.

\* Л. А. Ведешин и М. Г. Крошкин. Спутник «Интеркосмос-1» и его научная программа. «Вестник АН СССР», № 12, 1969 г.; Л. А. Ведешин и М. Г. Крошкин. Ионосферный эксперимент на «Интеркосмосе-2». «Вестник АН СССР», № 3, 1970 г.

Эксперименты на новом спутнике проводятся совместно учеными Института космических исследований АН СССР, Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР и научными сотрудниками Геофизического института АН ЧССР, а также Института корпускулярной физики (Словакия).

Спутник «Интеркосмос-3» выведен на орбиту с параметрами: минимальное расстояние от поверхности Земли (перигей) — 207 км; максимальное расстояние от поверхности Земли (апогей) — 1320 км; начальный период обращения — 99,8 минуты; наклонение орбиты — 49°. На борту спутника установлены научные приборы:

— аппаратура для исследования состава и временных вариаций заряженных частиц (протонов, электронов, альфа-частиц);

— аппаратура для регистрации и анализа спектра низкочастотных электромагнитных волн и сигналов в диапазоне частот от 0,7 до 12 мГц;

— трехкомпонентный магнитометр для измерения магнитного поля Земли и определения ориентации спутника.

Прием научной информации со спутника «Интеркосмос-3» осуществляется наземными станциями в ГДР, Советском Союзе и ЧССР.

Одновременно с измерениями на спутнике «Интеркосмос-3» научные учреждения НРБ, ГДР, ПНР, ЧССР и Советского Союза проводят наземные измерения низкочастотных излучений внешней ионосферы. К 1 октября 1970 г. «Интеркосмос-3» совершил 807 оборотов вокруг Земли и имел следующие параметры орбиты: удаление от Земли в апогее — 1068 км, в перигее — 210 км, наклонение орбиты 48°46', период обращения 97,3 минуты.

Запуск спутника «Интеркосмос-3» — новый важный шаг на пути осуществления программы сотрудничества социалистических стран в области исследования и использования космического пространства в мирных целях.

**А. В. НИКОЛАЕВ**  
кандидат физико-  
математических наук

## «Сейсмическая триангуляция»

**Каковы причины геофизических явлений, меняющих облик нашей планеты! Как перейти от гипотез, построенных на «геологическом уровне строгости», к «геофизическому», не забывая о том, что в запасе останутся еще «физический» и «математический»!**

### ЗЕМНОЙ ШАР СОЗДАН, ПРЕЖДЕ ВСЕГО, ДЛЯ СЕЙСМОЛОГИИ

Заглянуть внутрь Земли позволяют геофизические методы: гравиметрические, магнитометрические, сейсмические\*.

Вариации гравитационного поля, связанные с возможными перераспределениями плотности вещества внутри Земли, не превышают сегодняшней точности наблюдений. Сам эффект очень мал, так как Земля сравнительно однородна по плотности.

Гравитационные же аномалии на ее поверхности, вызванные находящимися на больших глубинах аномальными массами, очень слабы из-за естественного затухания и в результате действия механизма изостатической компенсации\*\*.

Изменения магнитного поля Земли происходят очень медленно. Они исследуются по остаточной намагниченности горных пород (палеомагнетизм) и позволяют восстановить историю движения магнитных полюсов и материков. В настоящее время палеомагнитные исследования — единственный геофизический метод изучения эволюции Земли. Изменения магнитного поля, связанные с движением континентов и вещества внутри ядра, по-видимому, не могут быть обнаружены в течение нескольких десятков лет на фоне сравнительно сильных вариаций, порожденных внешними причинами. Кроме того, магнитный метод не может исследовать процессы, происходящие в мантии Земли, так как мантия немагнитна\*\*\*.

Возможности сейсмического метода изучения строения Земли совершенно исключительны. Земля очень удобна для исследований сейсмическими методами. Распределение скоростей упругих волн близко

к сферически-симметричному, и поэтому можно объединять результаты, полученные в разных районах; скорости возрастают с глубиной — сейсмические лучи изгибаются и выносятся из глубин на поверхность информации о строении среды там, где они прошли. Кроме сферически-симметричной, т. е. радиальной неоднородности, существуют тангенциальные, локальные неоднородности. Они сравнительно слабы и оказывают небольшое рассеивающее действие на сейсмические волны. И все-таки сейсмические волны «ощущают» такие неоднородности и помогают их изучить.

### ТАХИ- И БРАДИСЕЙСМИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ

Первый русский сейсмолог Б. Б. Голицын разделил сейсмические явления на два типа — тахисейсмические и брадисейсмические. Он писал: «Тахисейсмические явления суть те, которые протекают во времени сравнительно быстро. К ним относятся колебания почвы при близких и дальних землетрясениях. Брадисейсмические явления суть такие явления, которые протекают сравнительно медленно, а некоторые даже чрезвычайно медленно. К последней категории относятся, например, медленные поднятия и опускания материков или вообще медленное относительное смещение одних горных масс по отношению к другим»\*. Современная сейсмология занимается лишь кратковременными деформациями, вызванными землетрясениями и взрывами. На всем пути распространения сейсмических волн от очага до поверхности Земля ведет себя как неподвижное упругое тело, пространственное распределение неоднородностей в котором статично. Брадисейсмические движения вызывают медленное перемещение неоднородностей, и сейсмические волны, вновь осветившие через некоторое время глубины Земли, «видят» уже измененную картину пространственного распределения неоднородностей. Это запечатлевается в новом облике сейсмограмм: сейсмические волны

\* Ю. В. Ризниченко. Почему сейсмология? «Земля и Вселенная», № 4, 5, 1969 г.

\*\* М. Е. Артемьев. Изостазия. «Земля и Вселенная», № 3, 1970 г.

\*\*\* С. П. Бурлацкая, Т. Б. Нечаева, Г. Н. Петров а. Что такое археомагнетизм. «Земля и Вселенная», № 3, 1966 г.

\* Б. Б. Голицын. Лекции по сейсмологии. СПб., 1912 г.

пришли разными путями от источника к приемникам. Таким образом, тахисейсмические явления могут быть средством изучения брадисейсмических. Пользуясь современной терминологией, можно сказать, что сейсмический метод исследования позволяет изучать тектонические движения, геодинамику.

Сейсмологи давно знают о возможности исследования геодинамики сейсмическими волнами. В 1895—1898 гг. японский сейсмолог М. Имамура провел наблюдение временных изменений скоростей волн вблизи Токио. Исследовались кажущиеся скорости первых волн от близких землетрясений на станциях, образующих равносторонний треугольник с базой около 10 км. Предполагалось, что под действием напряжений, возникающих при подготовке землетрясений, происходит изменение скоростей сейсмических волн, которое можно обнаружить измерениями на треугольнике станций. Отсюда название метода — «сейсмическая триангуляция». Полученные экспериментальные данные не дали уверенного подтверждения ожидаемого эффекта — ошибки измерения скоростей поглотили существовавший эффект. Идея «сейсмической триангуляции» была в свое время поддержана сейсмологами, однако ее осуществлению долго препятствовали большие технические трудности.

В 1949—1950 гг. одновременно с первыми работами по глубинному сейсмическому зондированию академик Г. А. Гамбурцев создал первый сейсмический эталон: взрывы в озере Иссык-Куль, регистрируемые в Щели Дальней, близ Алма-Аты. По-видимому, условия взрыва оказались недостаточно стабильными, чтобы можно было заметить изменение сейсмограммы, вызванное происшедшим за один год изменением скоростей сейсмических волн на пути луча.

В настоящее время под руководством В. И. Мячкина (Институт физики Земли АН СССР) исследуются изменения скоростей упругих волн в земной коре сейсмоактивного района восточного побережья Камчатки. Для этой цели ежегодно проводится серия идентичных взрывов в море, которые регистрируются станциями на берегу\*. Так возродился метод «сейсмической триангуляции» на современном техническом уровне.

## СЕЙСМОЛОГИЯ ДЛЯ ГЕОДИНАМИКИ

Представим, что в каком-то месте регулярно производятся строго идентичные взрывы. Возбужденные ими сейсмические волны внедряются в среду и, распространяясь по разным траекториям, выходят на поверхность к регистрирующим приборам. Вследствие брадисейсмических движений и возможного перераспределения поля напряжений в глубинах Земли, скорости сейсмических волн непрерывно меняются, и мы регистрируем различные по форме сигналы. Введя ряд

упрощений, можно оценить зависимость искажений в распределении скоростей упругих волн и изменений в сейсмограмме.

Чтобы количественно охарактеризовать «непохожесть» двух сейсмограмм, удобно воспользоваться коэффициентом корреляции. Он очень чувствителен к малейшим искажениям формы сигналов и, вместе с тем, не зависит от их амплитуды. Правда, различия двух реальных сейсмических сигналов объясняются не только искажением формы, вызванным изменениями среды, но также и помехами — микросейсмическими колебаниями, порожденными различными источниками: ветром, волнением морей и т. д. Микросейсмические колебания носят случайный характер. К счастью, они обычно стационарны в небольших интервалах времени (порядка часа), за это время успевают сформироваться волновые процессы, порожденные взрывами. Поэтому уменьшение коэффициента корреляции сопоставляемых сейсмограмм, обусловленное искажающим действием микросейсмических помех, можно достаточно точно предвычислить. В результате оказывается, что на «телесейсмических» расстояниях — расстояниях, превышающих 2000 км, при отношении сигнал-помеха не меньше 10 могут быть замечены относительные изменения скоростей сейсмических волн порядка  $10^{-5}$ \*

При этом предполагается достаточно простая тематическая модель, которая описывает изменение скоростей сейсмических волн: изменения скорости происходят плавно и незакономерно, преобладающий размер неоднородностей 250 км.

Сейсмические исследования установили, что находящиеся в мантии Земли неоднородности с преобладающими размерами порядка 250 км характеризуются относительными изменениями скорости около 0,02. Относительному изменению скорости  $10^{-5}$  соответствует перемещение этих неоднородностей в среднем на 4 м. Такие перемещения возможны в течение нескольких лет, особенно, в астеносфере — слое с пониженной вязкостью, находящемся на глубине 200—400 км.

Изменение формы сейсмограммы, отмечающееся на сравнительно небольшом расстоянии от источника (порядка 100 км), обусловлено изменением «сейсмической мутности» — сравнительно мелкомасштабных неоднородностей в земной коре с преобладающим размером около 5 км\*\*. Расчеты показали, что на таком расстоянии от источника (при отношении сигнал-помеха не меньше 10) удастся заметить относительное изменение скорости порядка  $3 \cdot 10^{-4}$ . Эти изменения могут быть вызваны перемещением неоднородностей, а также фазовыми переходами вещества и перераспределением напряжений в земной коре.

Если систематически воспроизводить одинаковые взрывы, можно обнаружить изменения сейсмограмм в

\* В. М. Фрейд. Как записывают землетрясения. «Земля и Вселенная», № 6, 1968 г.

\*\* А. В. Николаев. Сейсмические волны о недрах Земли. «Земля и Вселенная», № 6, 1968 г.

телесеismicкой области, вызванные происшедшим перемещением неоднородностей мантии, а также изменения на сравнительно небольших эпицентральных расстояниях, связанные с перераспределением неоднородностей в земной коре.

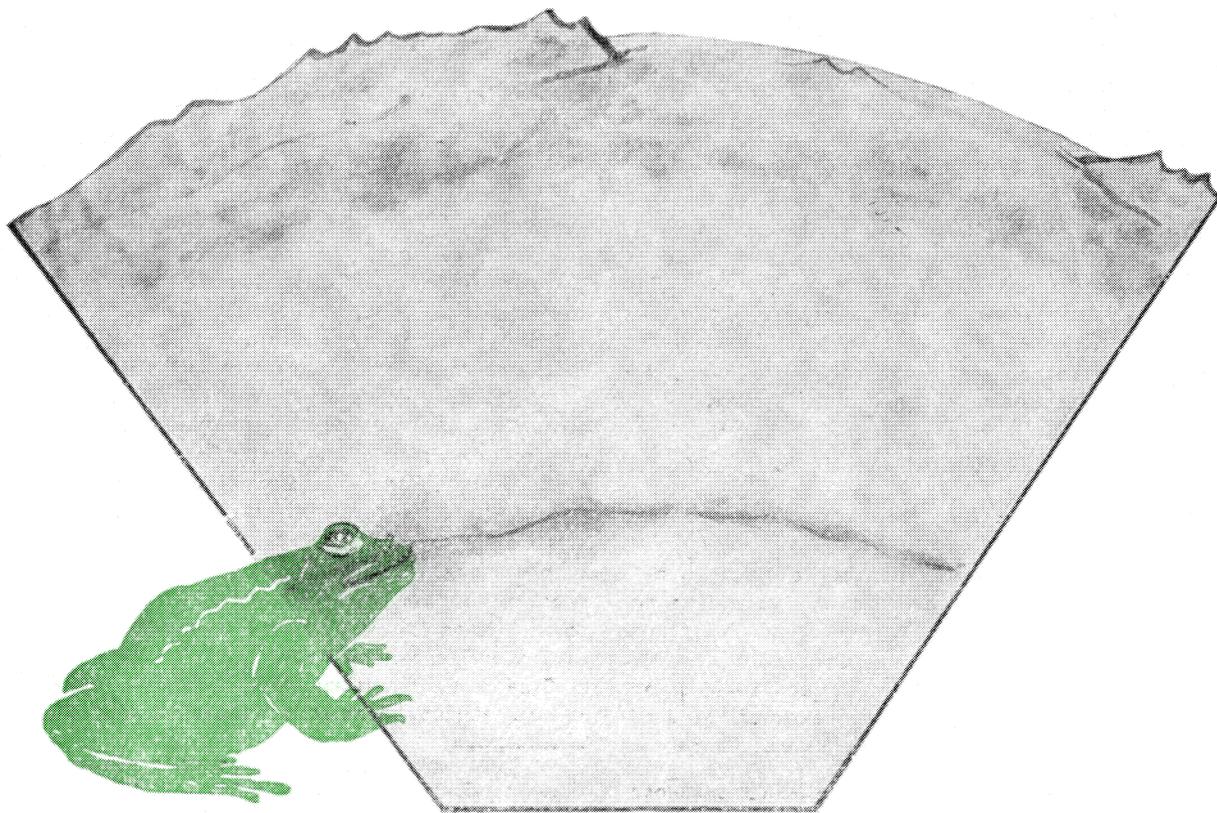
Итак, сейсмический метод выступает как своеобразный орган зрения, способный ощущать не сами предметы, а лишь изменение их положения. Такая форма зрения известна живой природе: лягушки, например, сравнительно плохо видят неподвижные предметы, но зато очень тонко чувствуют их движение.

Чтобы сейсмические волны от кратковременного источника могли уловить изменения в среде, длящиеся годами, нужно повысить точность измерения. Кроме того, необходимо постоянство условий и приема колебаний. Если сейсмическая станция расположена в месте, где почти нет помех (вдали от населенных пунктов,

моря и других источников сейсмического шума), то она может регистрировать очень удаленные и слабые землетрясения. Имитировать такие землетрясения можно либо взрывом, либо работой механических преобразователей. Причем механические преобразователи включаются многократно и действуют на обширной территории, чтобы не разрушался грунт. Приемники группируются в своеобразную антенну «щупальца», способную четко различать свет сигнала на фоне мерцающих помех.

Для осуществления «сейсмической триангуляции» трудно создать хороший источник сейсмических волн, тогда как для приема можно использовать уже существующие сейсмические станции. Но и сегодня можно начать исследования изменений распределения скоростей сейсмических волн в глубоких недрах Земли. Что для этого нужно?

*По-разному «увидят» строение Земли человек и лягушка. Разрез Земли на правом рисунке построен по данным сейсмологии (это, по существу, фотография распределения скоростей сейсмических волн в данный момент времени). На левом рисунке — разрез Земли по данным «сейсмической триангуляции» (нужна серия таких разрезов, чтобы заметить изменения скоростей сейсмических волн во времени)*



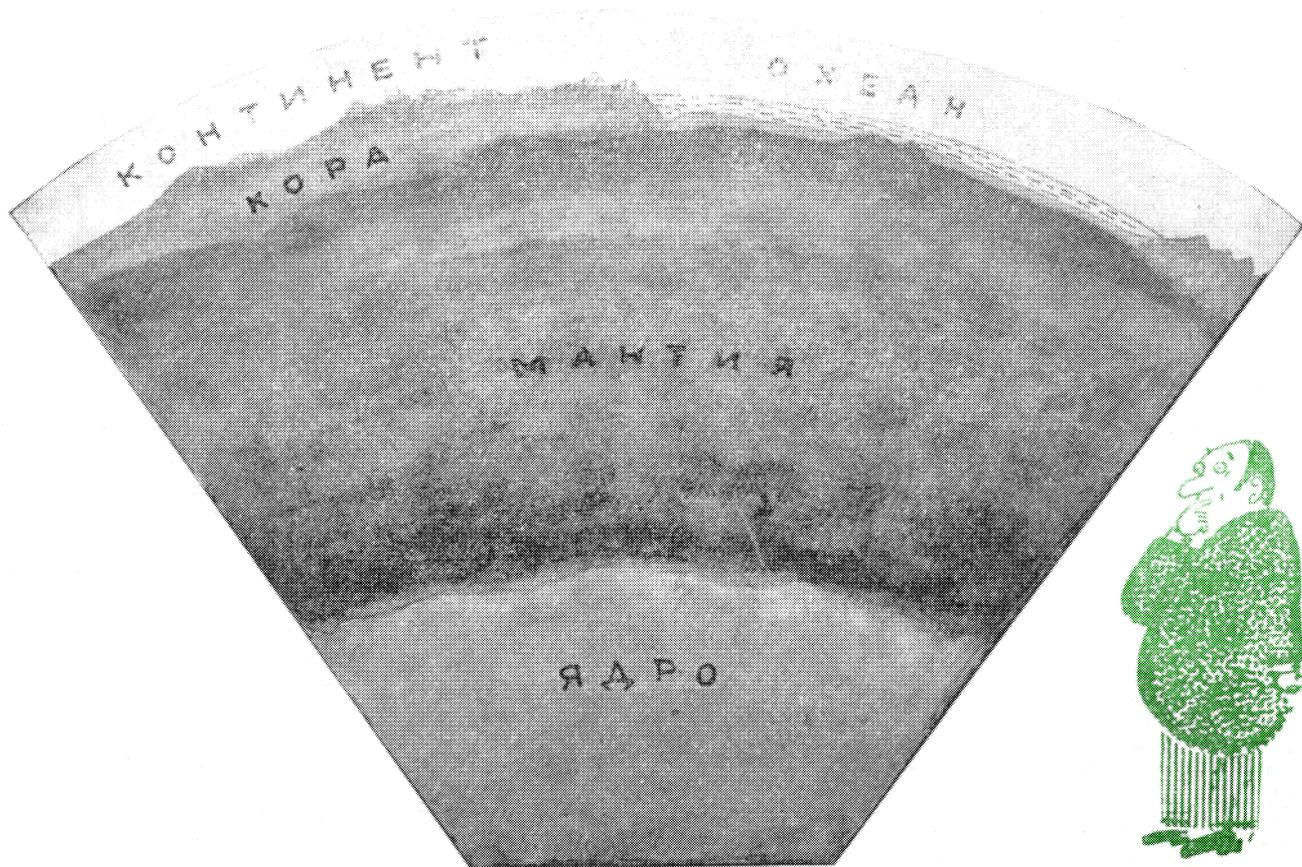
В виде отдельных сеансов включаются источники упругих волн, а в пунктах наблюдения идет регистрация сейсмических сигналов. Если мы хотим получить результат, характеризующий изменение скорости волн на профиле источник — приемник, то придется вести систематические просвечивания по нескольким направлениям. Частота просвечивания (сеансов) должна соответствовать темпу изменения структуры сейсмического волнового поля, о котором пока ничего не известно. Отдельные наблюдения лучше приурочивать к значительным событиям жизни нашей планеты: катастрофическим землетрясениям, сдвигам земной коры и т. д.

Интересно сопоставить вариации сигналов, а следовательно, и скоростей сейсмических волн на профилях, пересекающих океанические участки и лежащих целиком в пределах континентов. Это позволит решить в недалеком будущем проблемы, вокруг которых сегод-

ня ведутся наиболее оживленные споры: как и куда плывут континенты, каковы соотношения основных типов тектонических движений (вертикальных и горизонтальных) и т. д.

Решая задачи глобальной брадисеймики, аналогичные системы с небольшими базами смогут следить и за флуктуациями скоростей волн в земной коре, вызванными напряжениями вблизи очагов назревающих землетрясений.

Итак, сейсмический метод, наряду с магнитным и точным нивелированием, может быть использован для изучения развития нашей планеты. Здесь, как и в решении других задач, сейсмическому методу предоставляются совершенно исключительные возможности, и, чтобы увидеть жизнь земных недр, надо торопиться возобновить сейсмическую триангуляцию на современном техническом уровне.

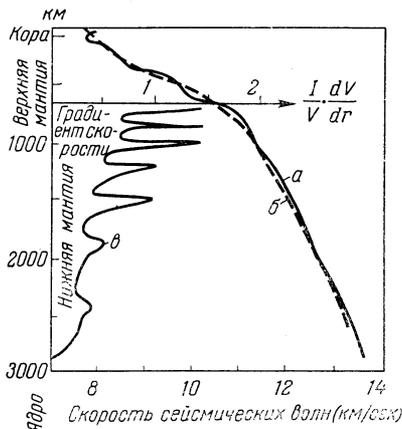




## НОВЫЕ ФАКТЫ И СТАРЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О НИЖНЕЙ МАНТИИ ЗЕМЛИ

По традиционным представлениям, нижняя мантия Земли однородна, а скорость сейсмических волн в результате влияния температуры и большого давления плавно изменяется с глубиной. Правда, более 30 лет назад Б. Гутенберг и Д. Рихтер обнаружили в нижней мантии несколько особенных зон, где скорость сейсмических волн резко возрастала. Однако лишь недавно, изучая сейсмические годографы, удалось установить строение мантии более достоверно.

Сейсмический годограф — это графическая зависимость времени пробега упругих волн от эпицентрального расстояния. Годограф обладает интересным свойством: наклон кривой на определенном расстоянии от эпицентра землетрясения опреде-



Изменение с глубиной скорости сейсмических волн (а — по Джонсону, б — классический разрез по Джеффрису); изменение градиента скорости (в). Для характеристики термодинамического режима, для понимания процессов фазовых превращений вещества и возникновения тектонических движений в недрах Земли нагляднее не скоростной разрез, а кривая, характеризующая изменение градиента скорости с глубиной (в). На кривой отчетливо видны интервалы глубин, где наблюдаются всплески градиента скорости. При переходе от поверхности к нижней мантии (на глубинах 700—800 км) и по мере углубления флуктуации градиента скорости уменьшаются.

ленным образом связан со значением скорости упругих волн на больших глубинах. При измерении времени пробега сейсмических волн вкрадываются ошибки: мы не знаем точного момента начала землетрясения и координат его очага, а также не умеем учитывать неоднородность верхних слоев Земли между точками наблюдений. В результате, построенный скоростной разрез может оказаться ненадежным. Как же быть?

Лучше всего измерять непосредственно разности времени прихода сейсмических волн в некоторые близко расположенные пункты наблюдений. Тогда построенный скоростной разрез окрашивается многими и важными деталями (метод «Большие сейсмические группы»).

Профессор Джонсон (США) в Сейсмологической обсерватории Тонто Форест выполнил исследование по наблюдениям сейсмической группы в центре штата Аризона. Группа включает 12 сейсмометров, расположенных по двум взаимно-перпендикулярным линиям протяженностью 325 и 285 км. Были изучены записи более 200 землетрясений (на удалениях 30—100° от эпицентра). Все записи оказались близкими, кроме района Срединно-Атлантического хребта. Здесь геофизики давно отмечают аномалии гравиметрического поля, теплового потока и скоростей под границей Мохоровичича. Все это, вероятно, сказалось и на поведении упругих волн. Джонсон предполагает, что под Срединным хребтом есть зоны пониженных скоростей сейсмических волн. Скоростной разрез, построенный им, отличается от классической схемы строения Земли, предложенной Джеффрисом\*. То же можно сказать и о скоростных разрезах, построенных за последние 10 лет другими авторами (среди них советские геофизики А. В. Введенская, Л. М. Балакина, Н. В. Кондорская, Л. П. Винник, А. В. Николаев, И. Н. Галкин и другие).

Результаты систематических наблюдений свидетельствуют о неоднородности нижней мантии: зоны

\* См. О. Г. Шамин. Моделирование верхней мантии Земли. «Земля и Вселенная», № 3, 1970 г.

быстро или замедленного роста скоростей сейсмических волн приходятся на глубины 900—1000 км, 1200—1300 км, 1900—2000 км. Интересно, что разные авторы получают для одних и тех же глубин довольно близкие абсолютные значения скоростей.

Новые исследования вносят вклад и в проблему ядра Земли. Джонсон настаивает на самой большой из известных оценок радиуса ядра —  $3481 \pm 2$  км: «В своих исследованиях я был столь возможно последователен и кропотлив, так что полученный результат можно считать непредрешенной оценкой истинного разреза Земли».

«Bulletin of the Seismological Society of America», 59, 2, 1969.

## АНИЗОТРОПНА ЛИ МАНТИЯ ЗЕМЛИ?

Анизотропия — это изменчивость физических свойств вещества в зависимости от направления. Всем известна анизотропия кристаллов. Так, у оливина в направлении одной кристаллографической оси скорость распространения звука 9,87 км/сек, а в направлении другой — лишь 7,73 км/сек. Но в породе отдельные кристаллы ориентированы хаотически, и можно думать, что, в среднем, преимущественных направлений в изменении физических свойств не будет, т. е. вещество окажется изотропным. Именно это предположение долгое время господствовало в сейсмологии. Упругие свойства изотропного вещества представлены всего двумя константами — скоростями продольных и поперечных волн. Но если вещество анизотропно, то в наиболее сложном случае необходимо знать 21 константу. А тогда геофизиков ожидают большие затруднения...

В 1964 г. американский исследователь С. Хесс, анализируя сейсмические наблюдения методом преломленных волн в северо-восточной части Тихого океана, заметил, что в широтном направлении скорость сейсмических волн верхней мантии намного больше (8,6 км/сек), чем в меридиональном (8,0 км/сек). Казалось, анизотропия доказана. Однако пункты наблюдений были разбросаны по большой территории между Калифорнией и Гавайскими островами и различия в скоростях могли возникнуть совсем по другой причине — сказалась горизонтальная неоднородность мантийного вещества. И тогда снарядили специальную экспедицию (Скрипшовский институт океанографии) для детальных измерений скоростей сей-

смических волн на небольших участках у берегов Калифорнии и в районе островной Гавайской дуги. Использовали один корабль для взрывов и несколько приемных станций: два корабля, понтон «Флип» и автономные сейсмические буи. Применялись необычные схемы прострелки: взрывы проводились вдоль креста профилей, на концах которых располагались приемные станции. Кроме того, источники взрывов размещались по кругу, а регистраторы в центре. Каждая приемная станция регистрировала время пробега продольных сейсмических волн в мантии по разным направлениям. В результате обработки на электронно-вычислительной машине нескольких тысяч измерений были построены

карты аномалий времени пробега и графики зависимости сейсмической скорости от азимута.

На двух полигонах у берегов Калифорнии разница между максимальными и минимальными скоростями, обусловленная анизотропией, была определена в 0,27 и 0,36 км/сек, а направление волны с максимальной скоростью имело азимуты 72 и 81°. В районе Гавайской островной дуги различие между максимальной скоростью в широтном и минимальной скоростью в меридиональном направлениях оказалось еще больше — 0,6 км/сек, что составляет половину возможной разности в скоростях мантии для всей Земли.

Таким образом, анизотропия ско-

ростей сейсмических волн в верхней мантии Тихого океана, безусловно, существует! Но какова ее причина? Возможно, анизотропия связана с региональной ориентацией кристаллов оливина. А это может наблюдаться при всех глобальных тектонических механизмах; при дрейфе континентов и «растаскивании» океанического дна, при расширении Земли и конвекционных потоках и т. д.

Чтобы предположения стали выводами, нужны новые тщательные исследования анизотропии в разных районах.

«Journal of Geophysical Research»,  
74, 17, 1969.

### СОЗДАНО НОВОЕ МЕЖДУНАРОДНОЕ ОБЩЕСТВО

В апреле 1970 г. в Понт-а-Муссон (Франция) состоялась международная конференция по проблеме происхождения жизни. На открытии конференции было объявлено, что она посвящается одному из ее участников — выдающемуся советскому ученому академику А. И. Опарину, инициатору изучения вопроса о происхождении жизни.

В настоящее время многие ученые всех стран признают концепцию советских исследователей, согласно которой возникновение жизни на Земле — явление закономерное и должно рассматриваться как неотъемлемая часть общего развития материи во Вселенной.

Возникновение жизни — это не «проклятый» вопрос, который игнорировался научным миром еще в начале XX в., а фундаментальная мировоззренческая проблема естествознания. Это — проблема, стоящая

на стыке многих наук — биологии, химии, цитологии, геологии и, конечно, космических исследований. Обобщение всех новейших данных позволяет в самых общих чертах воссоздать представление о когда-то происходивших на Земле событиях, построить следующую схему эволюции углеродных соединений на пути к возникновению первичных живых существ на нашей планете:

во-первых, возникновение углеродов, цианидов и их ближайших производных в космическом пространстве и при формировании Земли как планеты, при образовании земной коры, атмосферы и гидросферы;

во-вторых, абиогенные синтезы все более и более сложных органических веществ в межпланетном пространстве и на планетах, возникновение на поверхности Земли так называемого «первичного бульона»;

в-третьих, самоформирование в этом бульоне индивидуальных открытых систем, способных взаимодействовать с окружающей средой, расти и размножаться — образование так называемых «пробионтов»;

в-четвертых, дальнейшая эволюция «пробионтов», совершенствование их обмена веществ внутримолекулярной и надмолекулярной структуры в результате предбиологического отбора; возникновение первичных организмов.

Конференция приняла решение о создании Международного общества по изучению происхождения жизни. Его президентом избран академик А. И. Опарин, вице-президентами — профессора М. Флоркен (Бельгия) и С. Фоке (США), генеральным секретарем — профессор Р. Янч (США). В Совет общества от нашей страны вошли академик Е. М. Крепс и член-корреспондент АН СССР А. А. Красновский.

«Вестник Академии наук СССР»,  
7, 1970.

Е. К. ШЕФФЕР

# ВСЕЛЕННАЯ В РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧАХ

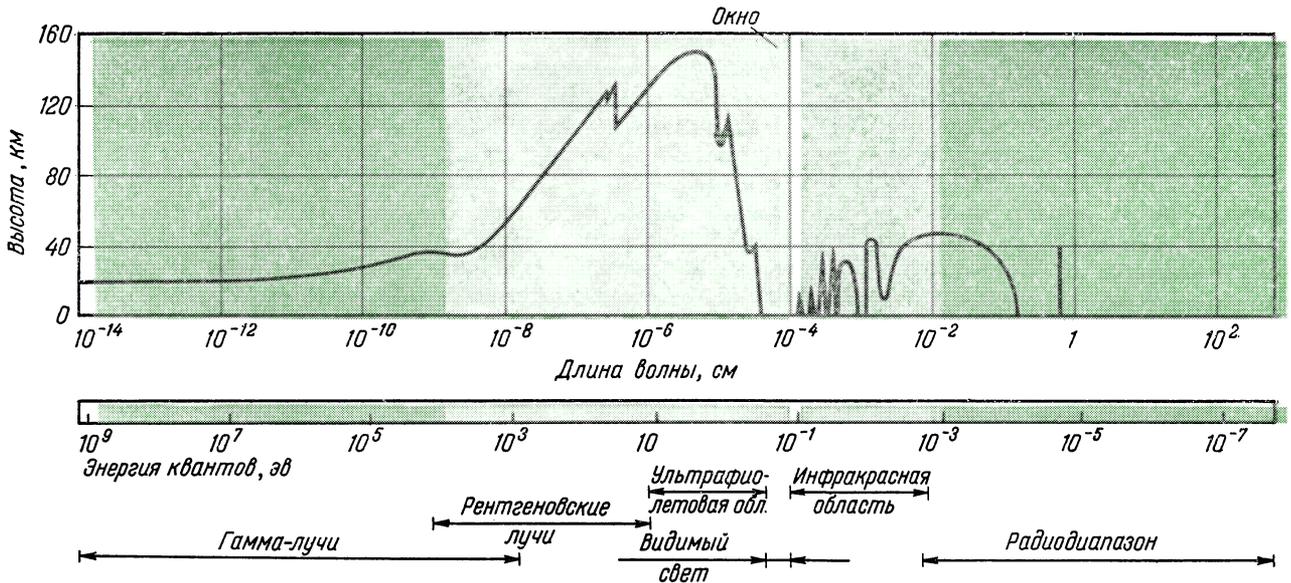
За семь лет, прошедших со времени открытия первых космических источников рентгеновского излучения, в этой области «астрономии невидимого» получены поразительные результаты.

## ЭРА КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ — НОВАЯ СТРАНИЦА В ИЗУЧЕНИИ ВСЕЛЕННОЙ

Пока наши знания об окружающем мире черпались сквозь узкое оптическое «окно прозрачности» земной атмосферы, трудно было даже фантазировать о том, что мы могли бы увидеть в других областях спектра и, в частности, в рентгеновском диапазоне. Астрономы на-

деялись обнаружить совершенно новые объекты Вселенной — рентгеновские звезды. Эти звезды, как предсказывали теоретики, должны быть нейтронными, но возможно, природа их еще более загадочна.

Впервые рентгеновское излучение ближайшего к нам светила — Солнца удалось зарегистрировать в 1946 г., когда в верхние слои земной атмосферы поднялись ракеты с научной аппаратурой. Многочисленные исследования Солнца показали, что источником рент-



Прозрачность земной атмосферы для электромагнитного излучения. Кривая соответствует высотам, которых достигает ослабленный вдвое поток излучения

геновского излучения служит корона — протяженная и нагретая до температуры  $10^6$  °К верхняя атмосфера нашего светила.

До 1962 г. все попытки обнаружить рентгеновское излучение несолнечного происхождения кончались неудачей. И, как иногда бывает, открытие произошло случайно. Исследователи попытались зарегистрировать рентгеновское излучение Луны. Конечно, сама Луна неспособна испускать рентгеновские лучи, но ее поверхность, не защищенная атмосферой, бомбардируется потоками заряженных частиц и рентгеновским излучением Солнца. Эта радиация, по мнению ученых, должна возбуждать в рентгеновском диапазоне флюоресцентное свечение поверхностных пород Луны. К сожалению, зарегистрировать это излучение не удалось. Но детектор, установленный на ракете, обнаружил значительное увеличение потока рентгеновских лучей в направлении на центр и антицентр Галактики.

В 1963 г. группа американских ученых, возглавляемая Г. Фридманом, с помощью рентгеновского телескопа, установленного на ракете, довольно точно определила положение на небе этих двух источников космического рентгеновского излучения. Один из них оказался в созвездии Скорпиона на расстоянии  $25^\circ$  от галактического центра и его не смогли отождествить ни с каким оптическим или радиообъектом. Источники обозначили Sco XR-1, т. е. источник рентгеновских лучей (X-Rays), обнаруженный первым в созвездии Скорпиона (латинское название — Scorpíus). Положение другого рентгеновского источника в пределах точности измерения совпало с Крабовидной туманностью — остатком вспышки Сверхновой 1054 года. Источник обозначили Tau XR-1 (Крабовидная туманность находится в созвездии Тельца — по латыни Taurus). Поток излучения от источника Sco XR-1 оказался сравнительно большим:  $1 \text{ см}^2$  рабочей площади детектора регистрировал в секунду около 20 квантов. Поток от Tau XR-1 был в 10 раз меньше.

В последующие годы было открыто свыше 50 источников и детально изучен спектр Солнца в рентгеновском диапазоне.

Большинство работ в области рентгеновской астрономии выполнено на небольших ракетах. Так, ракеты, запускаемые в США, поднимали на высоту примерно 200 км полезный груз весом всего 40 кг. Обычно сразу же после старта ракету приводят в быстрое вращение вокруг продольной оси. Такое вращение позволяет оптической оси детектора прочерчивать или, как говорят, сканировать значительную часть неба.

Чем хорош ракетный метод? Он сравнительно дешев, поэтому нетрудно осуществить много однотипных экспериментов. Недостаток ракетного метода — малое время наблюдения (около 5—7 минут). Длительные наблюдения источников рентгеновского излучения можно проводить на искусственном спутнике Земли. И сейчас на околоземных орбитах находятся «обсерватории», оборудованные специальной аппаратурой для регистрации солнечного излучения в диапазоне, недоступных

земному наблюдателю. Эта служба Солнца быстро и надежно улавливает все изменения на поверхности нашего светила.

Рентгеновская астрономия использует также высотные баллоны и аэростаты. Жесткое рентгеновское излучение с энергией выше 30 кэв проникает в земную атмосферу до высот 40—50 км. Аэростаты с исследовательской аппаратурой позволяют вести длительные наблюдения определенных участков неба, что практически невозможно делать с ракет и спутников.

## КАК ИЗМЕРЯЮТ РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Наиболее чувствительные детекторы электромагнитного излучения в рентгеновском диапазоне спектра — газоразрядные счетчики фотонов. Что же такое счетчик фотонов?

Это — цилиндрический конденсатор, анодом которого служит тонкая нить, натянутая по оси цилиндра, а катодом — корпус счетчика. К аноду приложено высокое напряжение (около 1000 в). Счетчик заполнен газом (чаще неоном, аргоном или ксеноном) при давлении около 0,5 атм. В корпусе счетчика устроено окошко. Обычно его делают из вакуумноплотной бериллиевой или алюминиевой фольги. Фольга толщиной около 100 мкм пропускает рентгеновские кванты длиной до 10 Å. В последнее время для окошек стали использовать лавсановые пленки толщиной от нескольких микрон до десятых долей микрона. Через такие окошки в счетчик проникают кванты с длиной волны до 60 Å. Но лавсановые пленки, как правило, невакуумноплотные. Поэтому приходится применять специальные газопроточные системы, которые поддерживают в счетчике нужное давление.

Квант рентгеновского излучения, проникший через окошко счетчика, ионизует атом газа. Вылетевший из атома электрон в электрическом поле конденсатора движется к аноду, приобретая энергию, достаточную для ионизации других атомов газа. В свою очередь, появившиеся электроны также ускоряются и ионизируют атомы. В счетчике возникает электронная лавина. Этот

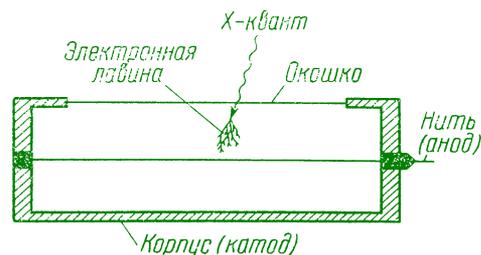


Схема газоразрядного счетчика фотонов. Каждый рентгеновский квант, проникший в счетчик, дает во внешней цепи импульс тока

процесс мгновенный: за миллионные доли секунды электроны достигают анода и во внешней цепи начинает течь ток. Таким образом, каждому кванту, который рождает электрон в счетчике, соответствует импульс тока, что и позволяет «считать» отдельные рентгеновские кванты.

Величина напряжения между анодом и катодом определяет режим работы счетчика. Если амплитуда импульса тока пропорциональна энергии первичного кванта, то счетчик работает в режиме пропорционального счета. Таким счетчиком можно измерить распределение квантов по энергиям, т. е. измерить спектр рентгеновского излучения, хотя и довольно грубо. При увеличении напряжения, подаваемого на счетчик, он переходит в режим работы, который называется гейгеровским. Поглощенный квант также вызывает разряд в газовом объеме счетчика, но амплитуда импульса разрядного тока уже не зависит от энергии кванта. Такой счетчик может измерить только величину потока рентгеновского излучения.

Кванты с длиной волны короче  $0,1 \text{ \AA}$  пролетают сквозь счетчик, не поглощаясь в газе. Столь энергичные кванты регистрируются сцинтилляционными счетчиками. Он состоит из прозрачного кристалла (обычно иодистого натрия), в котором при поглощении кванта происходит вспышка света. Импульс света регистрируется фотоэлектронным умножителем. Амплитуда импульса пропорциональна энергии поглощенного кванта, поэтому таким счетчиком можно измерить спектр рентгеновского излучения. Сцинтилляционные

счетчики не регистрируют кванты с длиной волны в несколько ангстрем. Вспышки света от них слабы, а слишком слабые импульсы тока теряются в шумах фотумножителя.

Газоразрядные и сцинтилляционные счетчики кроме электромагнитного излучения регистрируют и заряженные частицы, проникающие сквозь их стенки. Поток таких частиц особенно велик на высотах, где движутся искусственные спутники Земли. Как же удастся на фоне больших потоков заряженных частиц обнаружить отдельные рентгеновские кванты?

Известно несколько методов, но мы расскажем лишь об одном. Счетчик, внешне похожий на плоскую коробку, одинаково хорошо регистрирует и рентгеновские кванты, и заряженные частицы. Если под ним установить второй такой же счетчик, то почти все высокоэнергичные заряженные частицы, прошедшие через первый, основной, счетчик, обязательно пройдут и через второй. Сигналы с двух счетчиков поступают на специальную электронную схему антисовпадений. Если импульсы возникли одновременно (а одновременные импульсы дает только заряженная частица высокой энергии, прошедшая через оба счетчика), то схема не пропускает импульс с основного счетчика в цепь регистрации. Квант же вызывает ионизацию только в основном счетчике и его импульс беспрепятственно поступает на регистрирующий прибор. Вместо второго счетчика можно использовать также специальный сцинтиллятор из пластмассы, в котором лишь заряженная частица дает вспышку света.

Первые детекторы рентгеновского излучения имели очень большой угол обзора, поэтому не удавалось определить точное положение источников на небе. В последующих экспериментах угол зрения детекторов ограничивали специальными коллиматорами. Но и у рентгеновских телескопов, снабженных коллиматорами, угол зрения все же велик. Такой телескоп не может различить близкие источники, или, как говорят, обладает низкой разрешающей способностью по угловым координатам. Если оптические телескопы способны различать две звезды, расстояние между которыми несколько десятых долей секунды дуги, то лучшие рентгеновские телескопы могут различить лишь те два источника, расстояние между которыми составляет минуты дуги. С такой же точностью рентгеновская астрономия определяет координаты источников. Именно поэтому и трудно отождествить рентгеновские источники с видимыми объектами. Отсюда и родилось неверное представление о том, что рентгеновские источники не совпадают ни с одним из оптических или радиообъектов.

## МЕХАНИЗМЫ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В рентгеновском диапазоне должны излучать звезды с очень высокой температурой (примерно  $10^7 \text{ }^\circ\text{K}$ ) поверхности — нейтронные звезды. Согласно теории звездной эволюции, такие объекты образуются при вспышке Сверхновых. Нейтронная звезда имеет диаметр

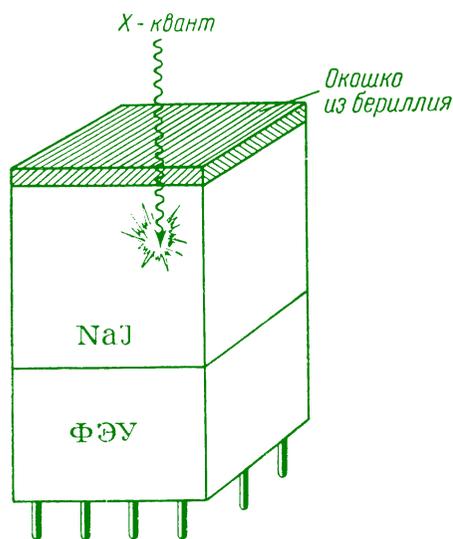
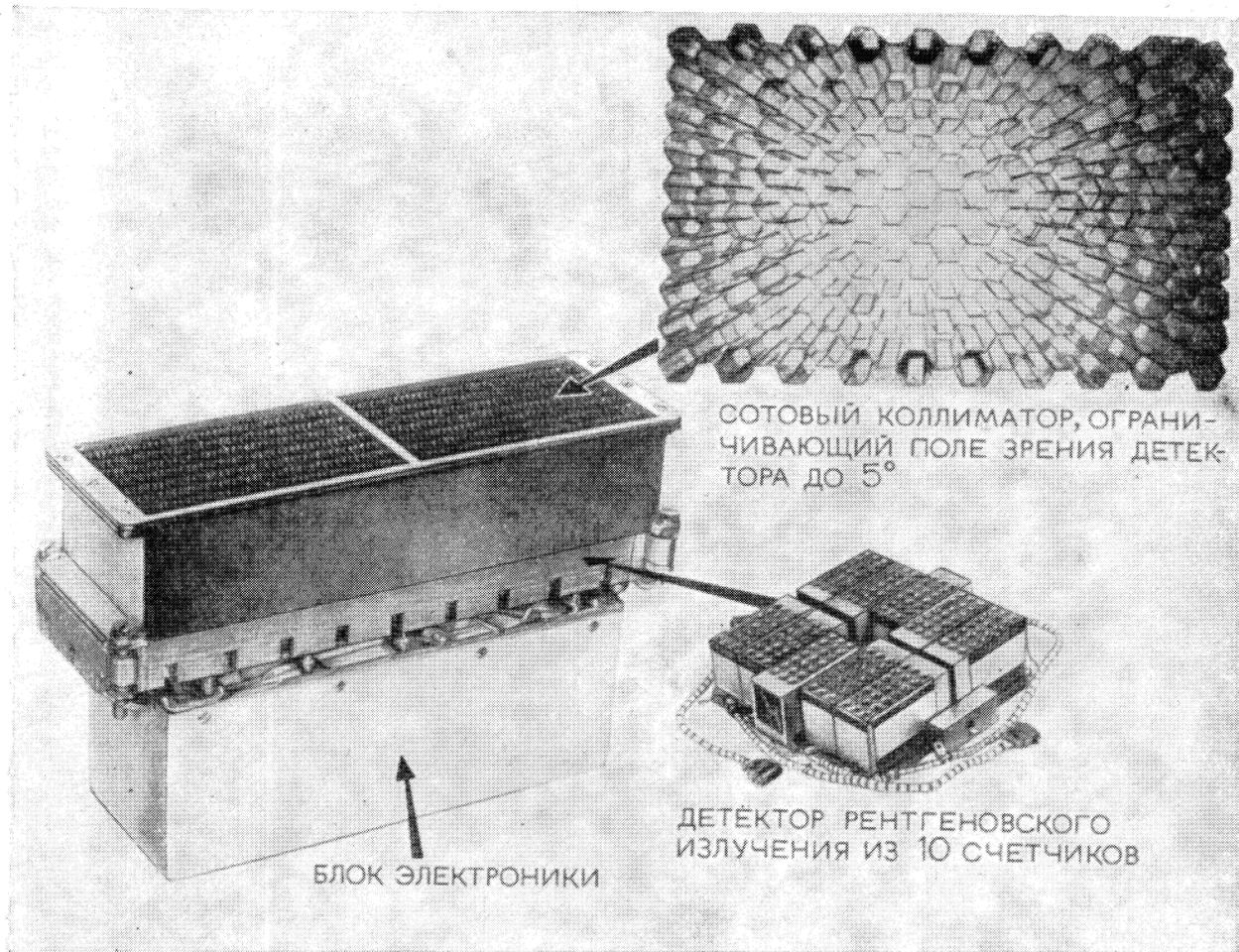


Схема сцинтилляционного счетчика. При поглощении рентгеновского кванта иодистым натрием возникает вспышка света, которая регистрируется фотоэлектронным умножителем, и во внешней цепи появляется импульс тока



*Рентгеновский телескоп*

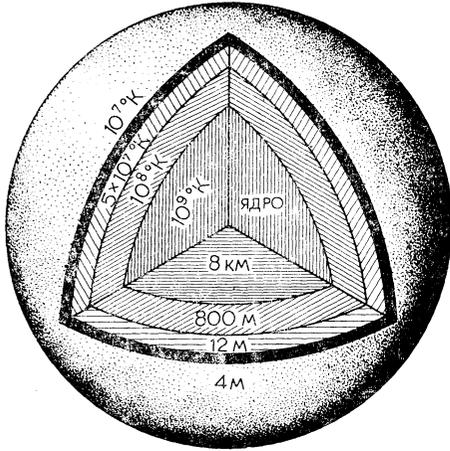
всего 15—20 км, а массу — около одной солнечной. Поверхностный слой звезды, толщина которого несколько десятков сантиметров, состоит, главным образом, из ионов легких элементов. Глубже залегает слой, где плотность вещества возрастает настолько, что электронные оболочки атомов и ионов полностью разрушаются. Вещество в этом слое по своим свойствам напоминает металл. Такое состояние вещества называется вырожденным. При еще большей плотности в недрах звезды появляются релятивистские электроны. Физическое состояние газа определяется уже не температурой, а плотностью. В ядре звезды, где плотность достигает ядерной, протоны и электроны соединяются и образуют нейтроны.

За счет громадной теплоемкости своих недр нейтронная звезда могла бы долго излучать в рентгеновском диапазоне. Но недавние теоретические исследования показали, что при различных ядерных процессах, про-

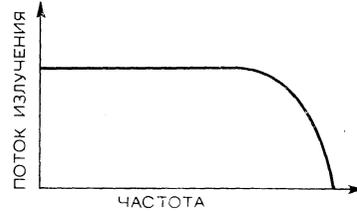
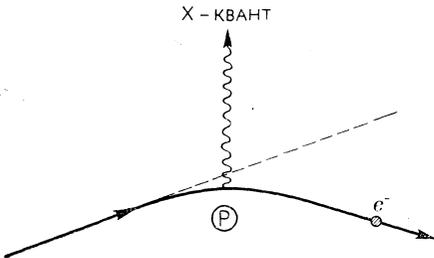
текающих в нейтронной звезде, возникают нейтрино, которые свободно выходят из звезды, унося с собой значительную часть энергии. Потеря энергии приводит к охлаждению ядра звезды, а из-за высокой теплопроводности вещества — и всей звезды в целом. Температура поверхности нейтронной звезды за год может снизиться до нескольких миллионов градусов. При этом максимум излучаемой энергии смещается в сторону длинных волн и звезду уже нельзя наблюдать в рентгеновском диапазоне. Однако нейтронная звезда, обладая большим гравитационным потенциалом, в состоянии притягивать межзвездный газ и пыль. Падая на поверхность звезды, вещество нагревает ее. Как показали расчеты, этот механизм нагрева способен довольно долго поддерживать высокую температуру поверхности нейтронной звезды.

Источником рентгеновского излучения может быть и разреженный газ, нагретый до нескольких де-

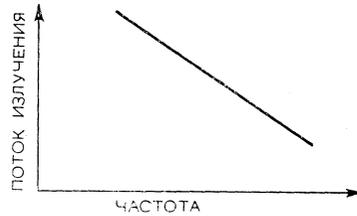
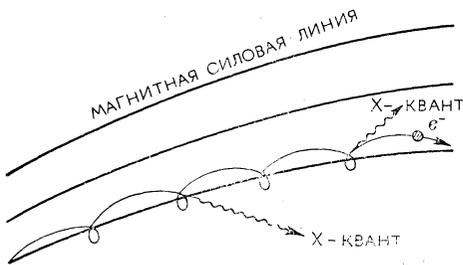
НЕЙТРОННАЯ ЗВЕЗДА  
С ТЕМПЕРАТУРОЙ ПОВЕРХНОСТИ  $10^7$  °K



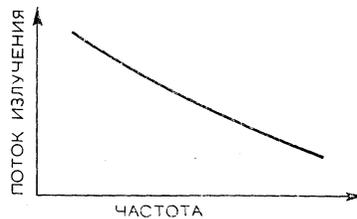
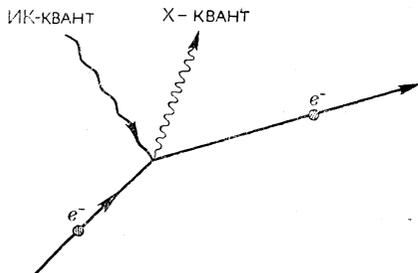
ГОРЯЧАЯ РАЗРЕЖЕННАЯ ПЛАЗМА



СИНХРОТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ



ОБРАТНЫЙ КОМПТОН-ЭФФЕКТ



Механизмы рентгеновского излучения в космосе и соответствующие им спектры. На рисунке представлен лишь один из возможных вариантов спектра комптоновского рассеяния. Вид спектра зависит от энергии релятивистских электронов и спектра инфракрасных квантов

сятков миллионов градусов. В такой высокотемпературной плазме быстрые электроны, сталкиваясь с протонами, ускоряются их электрическими полями и генерируют рентгеновское излучение. Спектр этого излучения замечателен тем, что от радио- до рентгеновского диапазона количество энергии, испускаемое в единичном интервале частоты, примерно одинаково.

Если плазма излучает, то она охлаждается. Для того чтобы излучение генерировалось продолжительное время, необходим источник, который бы компенсировал потери энергии на излучение. В солнечной короне таким источником служат ударные волны, возникающие в результате конвективных движений под поверхностью Солнца. Волны затухают в короне и передают газу свою кинетическую энергию, нагревая его до температуры  $10^6$  °К.

Еще один возможный механизм генерации рентгеновских лучей — синхротронное излучение. Оно названо так потому, что впервые наблюдалось в синхротронных ускорителях. Релятивистские электроны, двигаясь по спиральной траектории вдоль магнитного поля, постоянно испытывают ускорения, в результате чего излучают энергию. Основная доля радиоизлучения нашей Галактики возникает благодаря этому механизму. Рентгеновское же излучение генерируют электроны гораздо более высокой энергии, чем те, которые испускают радиоволны.

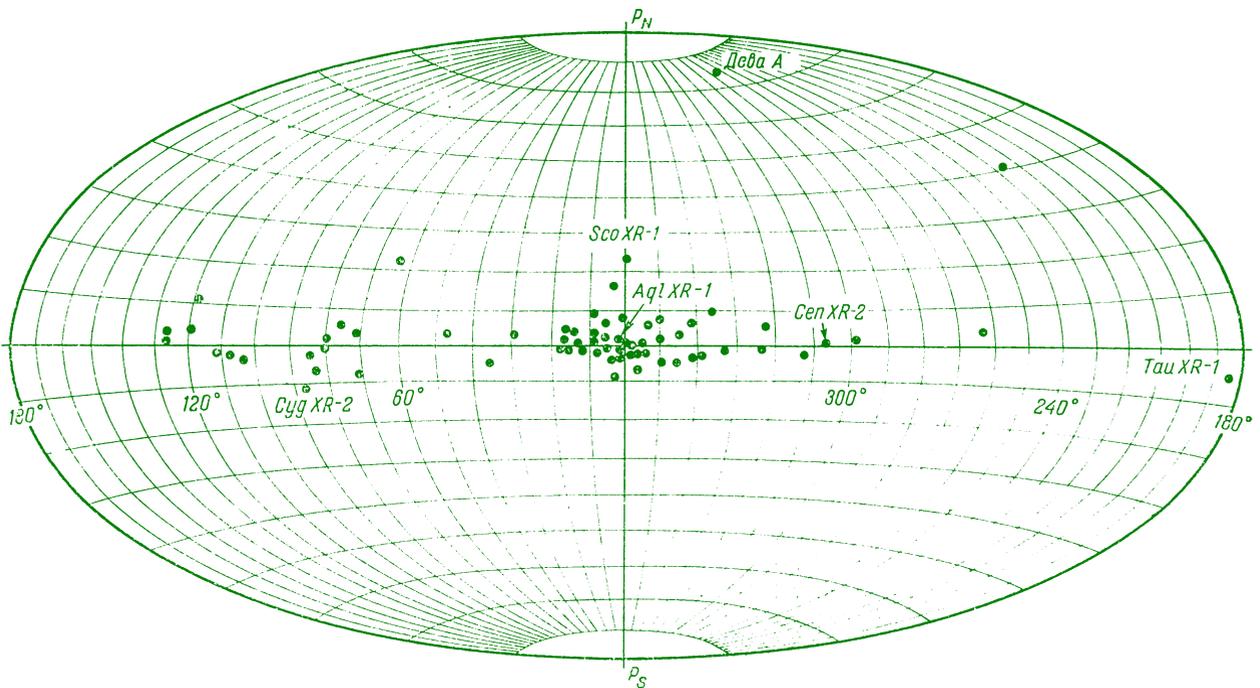
И наконец, рентгеновское излучение может рождаться при обратном Комптон-эффекте, когда релятивистские электроны, сталкиваясь с радио- или инфракрасными квантами, передают им часть своей энергии. При этом энергия квантов изменяется настолько, что они уже становятся рентгеновскими или гамма-квантами. Этот механизм наиболее эффективен в тех областях Вселенной, где высока плотность и релятивистских частиц, и квантов электромагнитного излучения.

## КОСМИЧЕСКИЕ РЕНТГЕНОВСКИЕ ИСТОЧНИКИ

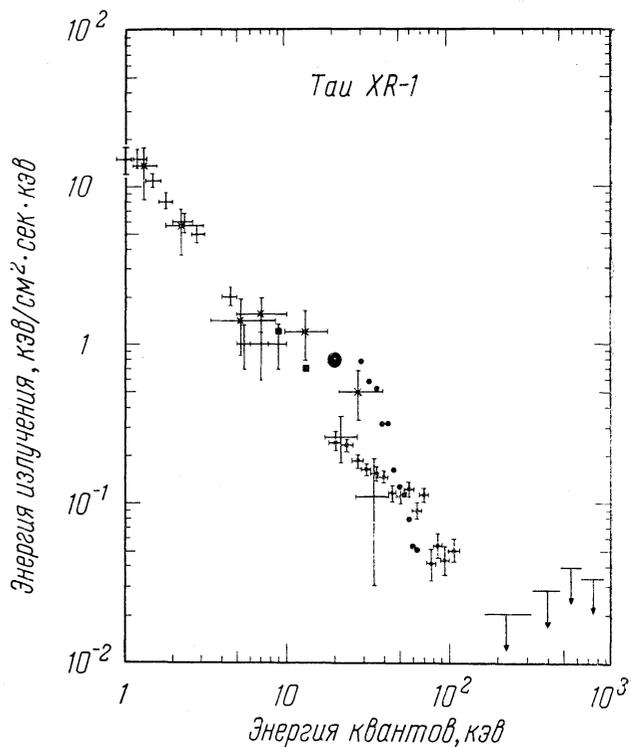
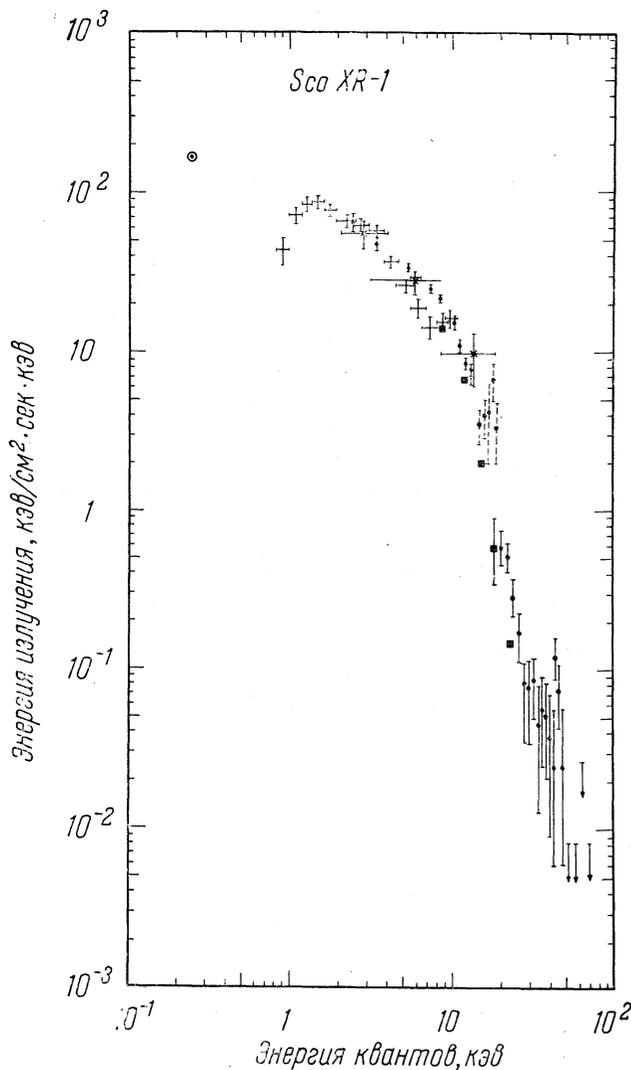
Когда были открыты первые рентгеновские объекты Sco XR-1 и Tau XR-1, большинство исследователей считали основным источником рентгеновских лучей нейтронные звезды. Эту гипотезу удалось довольно скоро проверить. Примерно раз в девять лет Луна покрывает Крабовидную туманность. Такое счастливое обстоятельство позволило в 1964 г. Г. Фридману и его сотрудникам оценить угловые размеры Tau XR-1\*.

Оказалось, что в рентгеновских лучах светит протяженная область размером немногим более одной угло-

\* Подробнее см. И. С. Шкловский. Рентгеновская астрономия. «Земля и Вселенная», № 3, 1965 г. (Прим. ред.)



Распределение рентгеновских источников на небесной сфере



Спектры рентгеновских источников Sco XR-1 и Tau XR-1 отличаются друг от друга, поскольку механизмы рентгеновского излучения различны. В одном случае (Sco XR-1) излучает горячая разреженная плазма, в другом (Tau XR-1) — релятивистские электроны в магнитном поле туманности. На графиках нанесены результаты измерений, выполненных разными авторами; указаны ошибки измерений

вой минуты. Эта область совпадает с самой яркой в видимых лучах частью туманности. В дальнейшем спектральные исследования гамма-излучения туманности (до энергии 500 кэв) убедили ученых, что рентгеновское и гамма-излучение так же, как излучение в оптическом и радиодиапазонах, является синхротронным.

Гипотеза о том, что нейтронная звезда — источник рентгеновских лучей, получила подтверждение лишь в 1968 г., когда в центре Крабовидной туманности обнаружили пульсар. Удалось установить, что высокостабильное излучение в радио-, оптическом и рентгеновском диапазонах посылает звездообразный объект, по-видимому, оставшийся после вспышки Сверхновой. Согласно современным теоретическим представлениям,

подобное импульсное излучение может генерировать только быстро вращающаяся нейтронная звезда\*.

Рентгеновский спектр источника Sco XR-1 соответствует излучению горячей разреженной плазмы с температурой около  $5 \cdot 10^7$  °К. Как мы уже говорили, горячая плазма во всех диапазонах спектра электромагнитного излучения в единичном интервале частоты испускает примерно одинаковое количество энергии. Зная эту величину в рентгеновской области спектра, можно оценить энергию, излучаемую в оптическом диапазоне. Яр-

\* Подробнее см. И. С. Шкловский. Пульсары как астрономические объекты. «Земля и Вселенная», № 4, 1970 г. (Прим. ред.)

кости источника Sco XR-1 соответствует в видимом свете звезда 13-й величины. И действительно, американские исследователи отождествили источник Sco XR-1 с объектом 12,5 величины. Это — голубая звезда, в спектре которой есть яркие линии свечения водорода и гелия. В течение нескольких дней и даже часов звезда меняет свою яркость. Максимальная амплитуда изменений блеска составляет около 0,5 звездной величины. По своим необычным характеристикам звезда похожа на давно вспыхнувшую Новую. Расстояние до звезды, отождествленной с источником Sco XR-1, примерно 150 пс (500 световых лет).

Предлагалось довольно много моделей для объяснения оптической и рентгеновской светимости источника. Например, член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский рассмотрел двойную систему звезд, при взаимодействии которых генерируется рентгеновское излучение. Одна из звезд — обычная звезда типа Солнца, а другая по своим характеристикам напоминает нейтронную звезду. Под действием ее сильного гравитационного поля с поверхности первой звезды непрерывно истекает газ. Он обволакивает плотную компоненту двойной системы и частично падает на ее поверхность, сильно нагреваясь. Его тепловая энергия передается остальному газовому облаку, которое и излучает в рентгеновском диапазоне.

Кроме Sco XR-1 еще три рентгеновских источника отождествлены с видимыми объектами. Любопытно, что эти объекты очень похожи на звезду Sco XR-1. Из-за низкой разрешающей способности рентгеновских телескопов, а отчасти и потому, что рентгеновские источники сильно концентрируются к плоскости Галактики, где очень велико поглощение света межзвездной пылью, довольно трудно отождествить источники со звездами, которые, как правило, должны быть весьма слабыми.

Рентгеновские источники, спектр которых известен, можно разделить на два класса. Первый класс объектов имеет спектр, подобный Sco XR-1, т. е. спектр излучения оптически прозрачной горячей плазмы. Таков же рентгеновский спектр солнечной короны. По-видимому, некоторые звезды обладают гораздо более мощной и горячей короной, которая и генерирует рентгеновское излучение. Ко второму классу источников относятся объекты, у которых спектр излучения похож на спектр источника Тау XR-1 — спектр синхротронного излучения.

Среди внегалактических объектов рентгеновское излучение удалось обнаружить у радиогалактики Дева А (M 87), Большого Магелланова Облака, галактики NGC 5128 и радиоисточника ЗС 273.

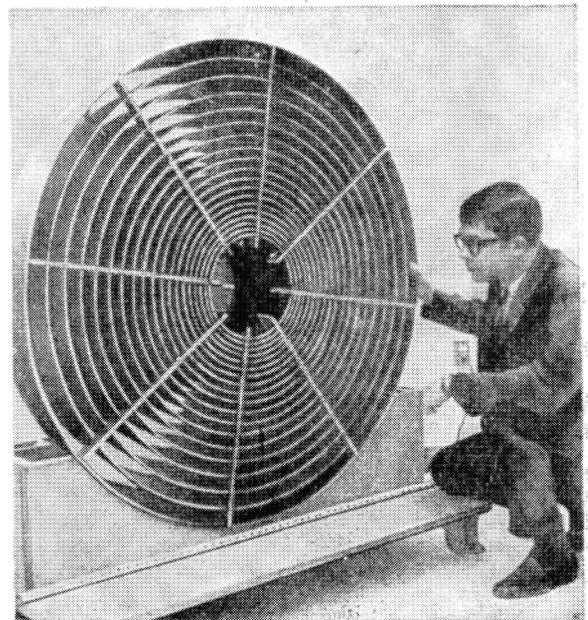
Наряду с дискретными рентгеновскими источниками регистрируется довольно слабый однородный фон космического рентгеновского излучения. Происхождение фона ученые пытаются объяснить совокупностью излучения большого числа метагалактических объектов (квазаров и радиогалактик). М. Лонгейр (Англия) и Р. Сюняев (СССР) предположили, что релятивистские электроны выбрасываются из ядер галактик Сейферта, и при комптоновском рассеянии на инфракрасных квантах они

генерируют жесткое рентгеновское излучение. После того как электроны, потеряв часть энергии на излучение, войдут в межгалактическую среду, они могут взаимодействовать с квантами реликтового фона, в результате чего генерируется мягкое рентгеновское излучение.

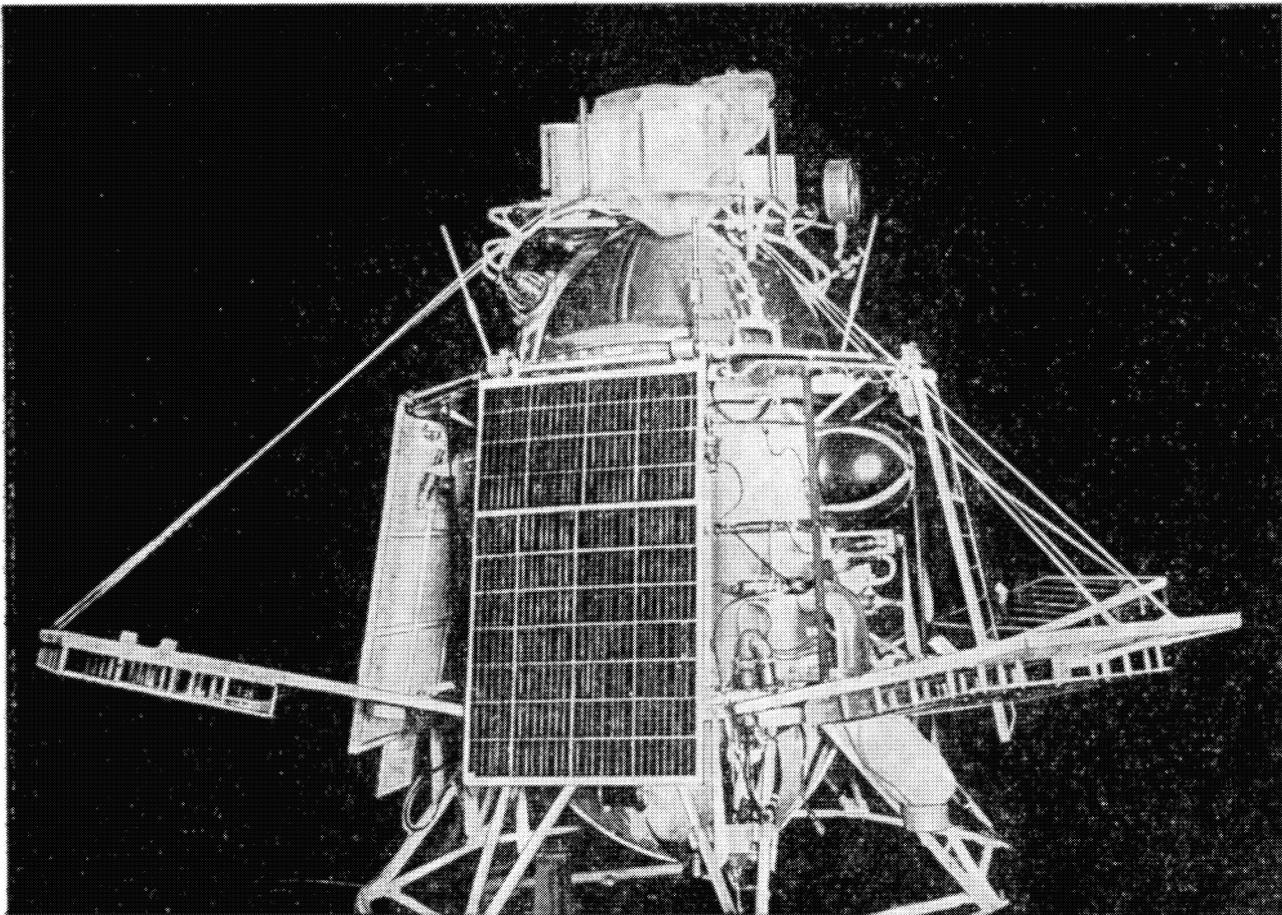
## РЕНТГЕНОВСКАЯ АСТРОНОМИЯ БУДУЩЕГО

Недавно получены сведения о переменности отдельных источников рентгеновского излучения. Но реальна ли эта переменность, не связана ли она с погрешностями измерений? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимы длительные наблюдения источника одним и тем же прибором. Такие наблюдения возможны только со спутников. Рентгеновская астрономия становится спутниковой.

В настоящее время экспериментаторы пытаются увеличить приемную площадь детекторов. До сих пор самый большой рентгеновский телескоп имел полезную площадь рентгеновского счетчика около 1000 см<sup>2</sup>. В ближайшие годы мы станем свидетелями запуска на спутниках рентгеновских телескопов с площадью в несколько десятков квадратных метров. Правда, увеличение полезной площади приведет также к заметному увеличению влияния фона заряженных частиц, которое особенно сильно в радиационном поясе Земли, т. е. на высотах, где летают искусственные спутники. На поверхности Луны фон заряженных частиц, по-видимому, значительно



*Оптическая система (диаметр 125 см) для фокусировки рентгеновских лучей*



*«Интеркосмос-1» — искусственный спутник Земли, с которого проводилось исследование рентгеновского излучения Солнца*

но ниже, чем в окрестностях Земли. Установив там рентгеновский телескоп, мы сможем обнаружить очень слабые рентгеновские источники.

Еще более слабые источники, а возможно даже рентгеновское излучение обычных звезд типа Солнца, удастся зарегистрировать специальными оптическими систе-

мами для фокусировки рентгеновских квантов\*. Такой телескоп со спектрографом высокого разрешения позволит в будущем детально изучить спектр рентгеновских источников и глубже понять их природу.

\* Подробнее см. «Земля и Вселенная», № 5, 1969 г., стр. 49. (Прим. ред.)



### **КВАЗАР С САМЫМ БОЛЬШИМ КРАСНЫМ СМЕЩЕНИЕМ**

Квазизвездные объекты — самые далекие во Вселенной. Немало пришлось приложить усилий астрономам разных стран, чтобы опреде-

лить красное смещение этих объектов. К лету 1970 г. было измерено красное смещение в спектрах 176 квазизвездных объектов, в том числе

132 квазаров и 44 квазизвездных галактик.

Распределение квазизвездных объектов по красному смещению оказалось довольно неоднородным. По-видимому, это связано с различными условиями наблюдения источников,

находящихся на разных расстояниях от нас. Большинство объектов имеет красное смещение от 0,5 до 1,0 и совсем мало источников с красным смещением, большим 2,5. Между тем, согласно М. Шмидту, пространственная плотность их должна увеличиваться с ростом красного смещения и, казалось бы, мы должны наблюдать много далеких квазизвездных объектов. Чувствительность аппаратуры позволяет, в принципе, наблюдать яркие квазизвездные объекты с красным смещением даже большим 3,5. Но до последнего времени было известно всего три далеких квазара: PKS 0237-23 (красное смещение 2,224), 4C 25.05 (2,358) и 5C 02.56 (2,38).

Почему же мы не видим далеких квазизвездных объектов? Может быть, мы их неправильно ищем? Может быть, предположил итальянский астрофизик А. Брачези, далекие квазизвездные объекты надо искать не по их аномально синему цвету, как искали близкие квазары, а по красному? Брачези считает, что в нейтральном водороде, который имеется в оболочке квазара, происходит очень сильное поглощение квантов с длиной волны короче 912 Å — короче лаймановского предела. Это поглощение и затрудняет наблюдения в синей области спек-

тра квазаров с красным смещением, большим 2,5.

Однако поиски далеких квазизвездных объектов на фотопластиках, чувствительных в красном диапазоне спектра, оказались малорезультативными.

По-другому попытался ответить на поставленный вопрос М. Ригс (Англия). Он предположил, что очень далекие квазары могут быть не видны из-за рассеяния и поглощения их излучения в межгалактическом веществе.

Остается, конечно, и еще одна возможность: квазаров с красным смещением больше 2,5 нет вообще, т. е. все квазары образовались в более позднюю эпоху. Однако этому противоречат данные подсчета слабых радиосточников.

Но несмотря на малообещающие прогнозы теоретиков, наблюдатели упорно продолжали поиски, получая спектры все новых и новых слабых квазизвездных объектов, в надежде, что среди них удастся обнаружить и очень далекие. И этот труд не пропал даром. Американские астрономы Р. Линде и Д. Виллс открыли квазар с красным смещением 2,877!

Они получили несколько спектров слабой голубенькой звездочки 18-й величины, которая в 1969 г. отождествлялась со слабым радиосточником 4C 05.34. Красное смещение было определено достаточно надежно по нескольким линиям излучения, характерным для спектров квазаров. Кроме линий излучения в спектре прослеживаются две системы линий поглощения. Одна имеет красное смещение немногим меньше, чем у линий излучения. Эти линии поглощения, по-видимому, образуются в расширяющейся оболочке квазара. Красное смещение другой системы линий равно 2,475. Такие линии поглощения, вероятно, возникают в каких-то объектах, находящихся между квазаром и наблюдателем\*. В противном случае нам пришлось бы предположить, что вещество вблизи квазара разлетается со скоростью 35 000 км/сек!

Квазар 4C 05.34 пока остается самым далеким. К счастью, он принадлежит к числу наиболее ярких квазаров (его абсолютная светимость — 27,3), а потому доступен для более детальных исследований. И такие исследования выполнил Д. Оук (США). На многоканальном электрофотометре он получил распределение энергии в спектре квазара 4C 05.34. Оук подтвердил, что

этот квазар имеет очень большое красное смещение (2,88). Он также обнаружил, что поглощение в его спектре начинается не на длине волн 912 Å, как предполагал Брачези, а на волне 880 Å. Этот факт можно понять, если допустить, что поглощение происходит в нейтральном водороде оболочки квазара, расширяющейся со скоростью 11 000 км/сек. Величина поглощения оказалась невелика, так что доводы Брачези были опровергнуты. Оук оценил массу поглощающего вещества в оболочке квазара. Если размеры оболочки порядка 10—100 пс, то масса соответственно равна 2 или 200 солнечных (напомним, что масса Солнца составляет  $2 \cdot 10^{33}$  г).

Теперь, когда открыт квазар 4C 05.34, отпали всякие сомнения в том, что есть квазары с красным смещением больше 2,5.

Б. В. КОМБЕРГ

## ОДИН ИЗ САМЫХ ДАЛЕКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТАГАЛАКТИКИ

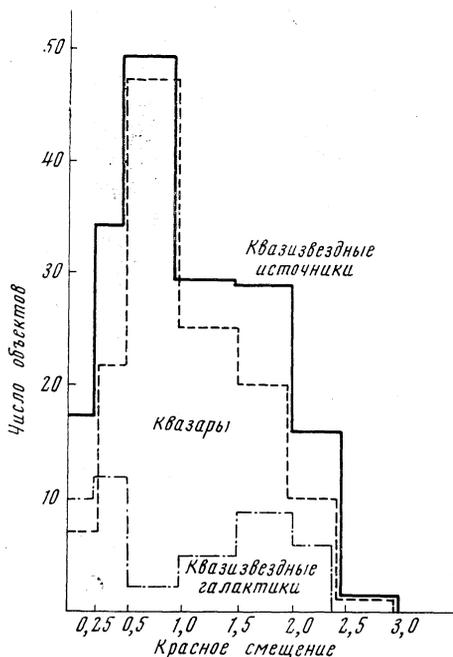
Таков голубой звездообразный объект 18-й звездной величины — квазар 5C 02.56. Его координаты для эпохи 1950.0:  $\alpha = 10^{\text{h}} 55^{\text{m}} 17^{\text{s}}, 8$ ;  $\delta = +49^{\circ} 55' 41'', 07$ . Красное смещение в спектре квазара, оцененное по трем эмиссионным линиям с длинами волн 4145, 4720 и 5237 Å, составляет 2,380. При столь большом красном смещении нельзя просто определять из закона Хаббла расстояние до объекта. Приходится учитывать характер расширения Метагалактики, вводя различные предположения о параметре ускорения ( $q$ ) и выбирая ту или иную космологическую модель Вселенной.

Напомним, что  $q = 0$  соответствует гиперболической модели,  $q = 0,5$  — евклидовой модели (в которой, собственно, имеет элементарный смысл понятие «расстояние»),  $q = 1$  — замкнутой модели\*. Значения расстояний, полученные для каждой из этих моделей (постоянная Хаббла  $H = 100 \text{ км/сек/Мпс}$ ), оказались равными 3700, 2700 и 2300 Мпс.

«Die Sterne», 2, 1970.

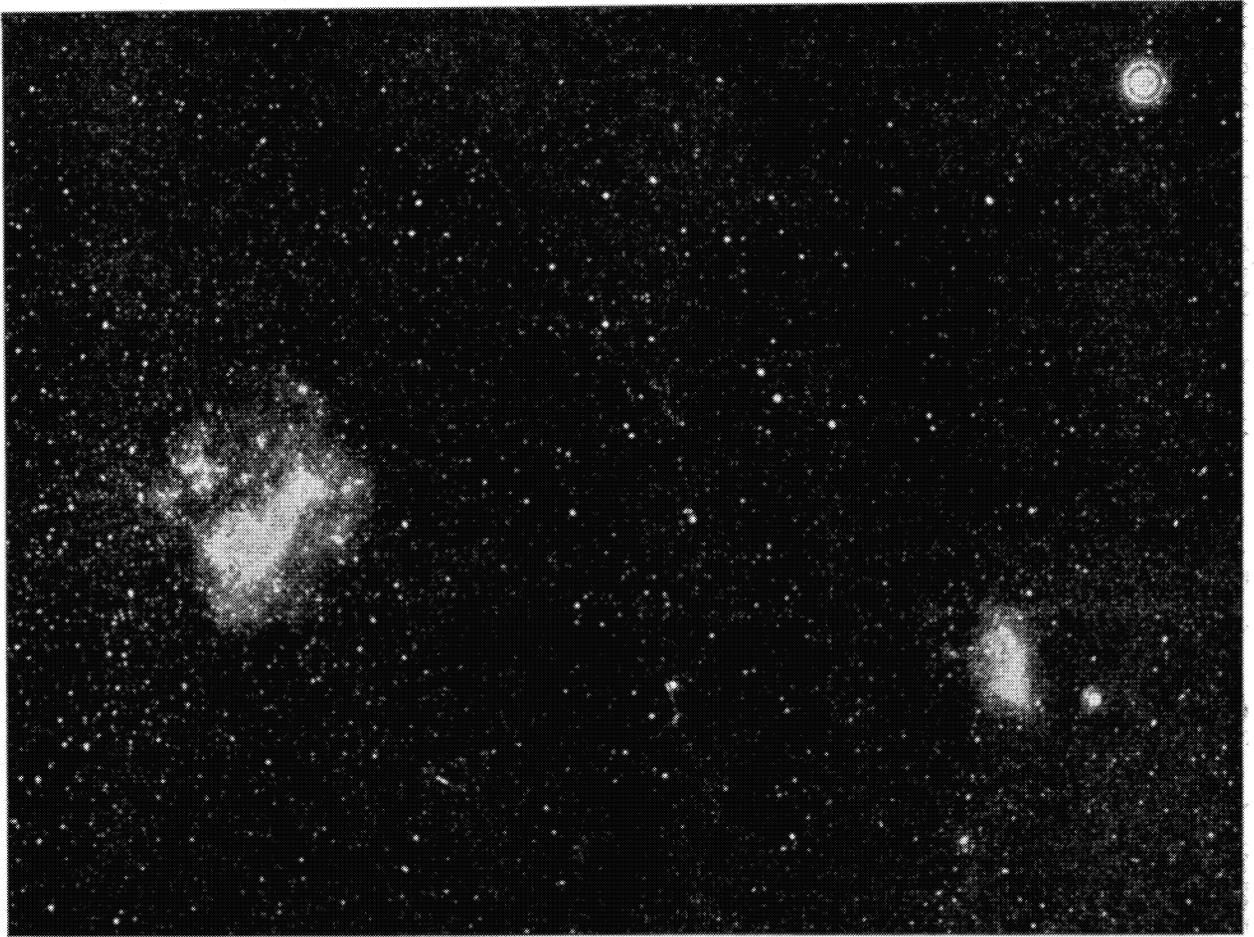
\* Б. В. Комберг. Странности в спектрах квазаров. «Земля и Вселенная», № 4, 1969 г. (Прим. ред.)

\* А. В. Засов. Космология и наблюдения. «Земля и Вселенная», № 4, 1965 г. (Прим. ред.)



Распределение квазизвездных объектов по красному смещению

## Магеллановы Облака



*Магеллановы Облака. В правой части снимка, рядом с Малым Магеллановым Облаком видно шаровое скопление 47 Тукана, а сверху — звезда первой величины Азернар в созвездии Эридана*

Большое и Малое Магеллановы Облака — две галактики, ближайšie к нашей звездной системе, — расположены на южной полусфере неба. Большое Магелланово Облако удалено от нас приблизительно на 150 000, а Малое на 200 000 световых лет.

Измеряя лучевую скорость звезды-сверхгиганта в этих двух галактиках, можно определить, является ли

«Sky and Telescope», 38, 1, 1969 г. Сокращенный перевод М. С. Фролова.

она членом Облаков или это просто проектирующийся объект, поскольку известно, что Магеллановы Облака удаляются от нас: Большое со скоростью 275 км/сек и Малое — 163 км/сек. Много новых данных получено в последние годы. Ш. Ференбак (Франция), измеряя лучевые скорости при систематическом обзоре с объективной призмой, обнаружил около 400 новых членов Большого Облака. Спектроскопические наблюдения, проведенные недавно в Чили и в Южной Африке, по-

казали, что среди этих 400 звезд много ярких сверхгигантов спектральных классов, более поздних чем А0. А. Тэкерей (Радклиффская обсерватория) заметил, что несмотря на увеличение числа обнаруженных исключительно ярких звезд, в Магеллановых Облаках еще не найдено звезд с болометрической светимостью ярче  $-10^m$ . Этот вывод подтверждается результатами фотометрии в пяти спектральных полосах, проведенной Т. и Я. Вальравенами (Лейденская обсерватория).

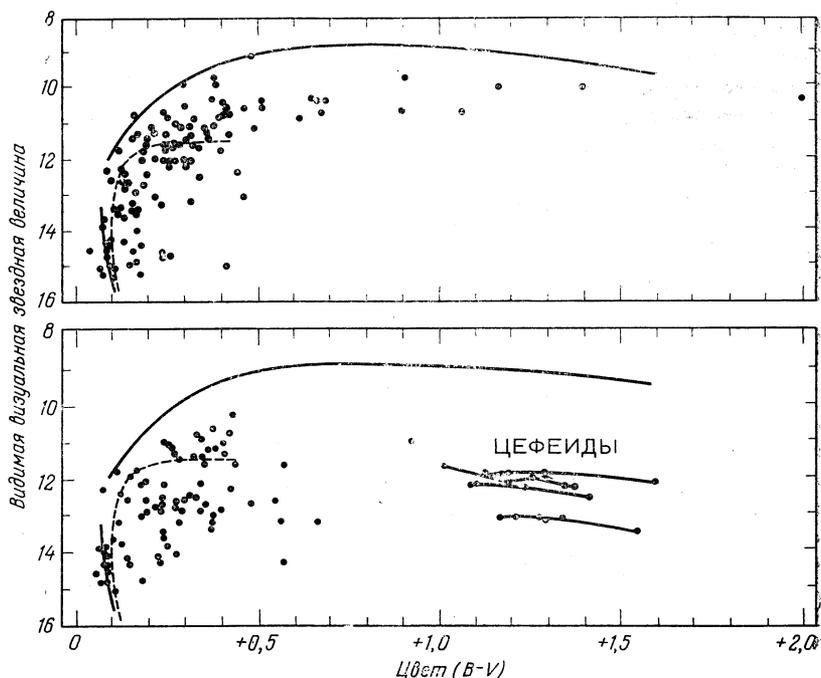
Заметное различие между двумя Облаками показывают сверхгиганты спектральных классов А и F. Такие звезды в Большом Облаке имеют большую светимость, чем в Малом, где нет самых ярких сверхгигантов (класса I а) со спектральными классами позже F2. Много сверхгигантов спектрального класса М обнаружил автор в Большом Облаке, однако, в Малом не найдено ни одной звезды такого типа, которую можно было бы уверенно считать членом этой галактики.

Магеллановы Облака отличаются и по типу звездного населения «перемычек», т. е. богатых звездами областей, расположенных на оси вращения. В перемычке Малого Магелланова Облака звезды голубые (население I типа), а Большого — красные (население II типа). В «крыле» Малого облака тоже встречаются преимущественно голубые звезды.

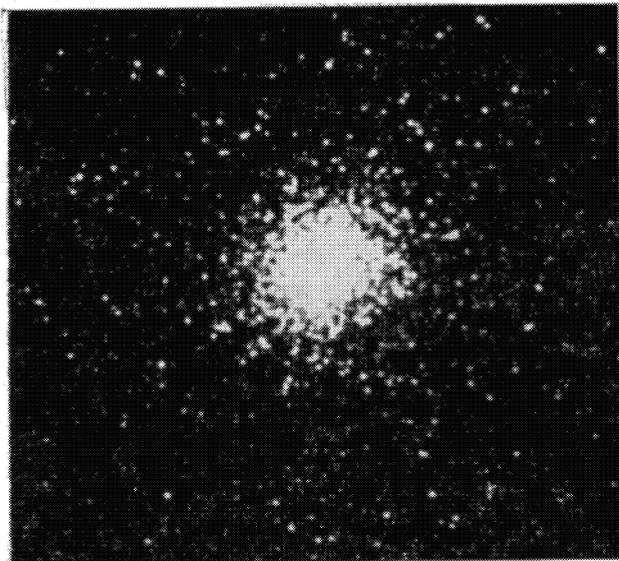
Очень важно детально сопоставить результаты оптических и радионаблюдений в линии водорода 21 см. Радионаблюдения «крыла» проводились в Австралии (Паркс) и Аргентине (Южная станция Института Карнеги). Было идентифицировано около 20 отдельных облаков нейтрального водорода.

Большой интерес представляют переменные звезды Магеллановых Облаков и, в частности, цефеиды. На Гарвардской обсерватории Ц. Пейн-Гапошкина и С. Гапошкин составили каталог 1155 цефеид в Малом Облаке и 1111 — в Большом. Для многих цефеид построены кривые блеска. Цефеиды преобладают в Малом Облаке. Но в численности переменных звезд других типов заметной разницы нет. Малое Облако содержит очень много цефеид с короткими периодами, причем звезды с периодами короче 10 суток имеют наибольшие амплитуды, а такие же звезды в Большом Облаке — наименьшие. Цефеиды с короткими периодами в Малом Облаке голубее, чем в Большом, и, в свою очередь, голубее цефеид Галактики. Цефеиды больших периодов в этих трех галактиках значительно отличаются по цвету. Р. Кристи (Калифорнийский технологический институт, США) на основе теоретических расчетов моделей цефеид объясняет цветовые различия разным содержанием гелия или тяжелых элементов, которые смещают цефеидные «петли» на диаграмме цвет — звездная величина. Напомним, что звезда, эволюционируя от главной последовательности в область красных гигантов на диаграмме цвет — звездная величина, вероятно, прочерчивает петлю в области неустойчивости цефеид. По расчетам самая короткая петля должна быть у цефеид нашей Галактики.

Интересно, что ветвь гигантов в звездном скоплении NGC 1866 Большого Облака имеет меньшую протяженность в голубую сторону, чем в скоплении NGC 458 Малого Облака, но превышает аналогичную величину для ветвей гигантов нашей Галактики. Этот факт можно интерпретировать как свидетельство того,



Диаграммы цвет — звездная величина для ярких звезд Большого (сверху) и Малого (внизу) Магеллановых Облаков. Сплошная линия соответствует абсолютной болометрической звездной величине  $-10$ ; пунктиром показана диаграмма для рассеянного скопления нашей Галактики  $\eta$  и  $\chi$  Персея. Звезды-сверхгиганты Большого Магелланова Облака ярче и краснее звезд Малого Облака. На диаграмму Малого Магелланова Облака нанесено положение цефеид



*«Голубое» шаровое скопление NGC 1866, расположенное в Большом Магеллановом Облаке. Фотография получена на 1,5-метровом рефлекторе южной станции Гарвардской обсерватории (Южная Африка)*

что в нашей Галактике звездные скопления, возраст которых порядка 100 млн. лет, более богаты металлами, чем скопления Малого Облака.

Шаровые скопления, подобные NGC 1866, которых много в Большом Облаке, не встречаются в нашей Галактике. Очевидно, физические условия в Млечном Пути сейчас неблагоприятны для формирования голубых скоплений. Может быть, в нашей Галактике подобные скопления существовали раньше?

Большое внимание уделяется изучению крупномасштабной структуры Магеллановых Облаков. В 1964 г. Ж. Хиндман для объяснения наблюдаемых в Малом Облаке сложных профилей водородной линии 21 см предложил гипотезу о существовании трех расширяющихся водородных оболочек, которые содержат около 7% общего количества нейтрального водорода галактики. Возраст оболочек оценивается в 10 млн. лет — таков возраст самых молодых звезд населения I типа в Малом Облаке. Размеры оболочки сравнимы с огромным кольцом (его поперечник около 1 000 пс) нейтрального водорода в Большом Облаке. Это кольцо, по мнению некоторых астрономов, является результатом гигантского взрыва. У галактик наблюдаются и другие общие свойства. Было обнаружено четыре нетепловых радиоисточника на краях оболочек Малого Облака. Кольцо в Большом Облаке также содержит нетепловые источники, которые считаются остатками взрывов Сверхновых II типа.

В Малом Облаке лучевые скорости межзвездного кальция и планетарных туманностей показывают четкое разделение на две группы, в то время как у молодых звезд-сверхгигантов этого не наблюдается. Эффект не зависит от положения внутри Облака, хотя большинство планетарных туманностей находится в предполагаемой перемычке. Наблюдаемые лучевые скорости потоков газа и звезд согласуются с гипотезой Ж. Хиндмана о том, что Малое Облако — галактика с перемычкой.

В Большом Облаке распределение нейтрального водорода более «клочковато», чем в Малом. Ф. Керр (Мерилендский университет) считает, что характер скоростей отдельных водородных облаков трудно интерпретировать как свидетельство спиральной структуры. Тем не менее можно достаточно уверенно полагать, что Большое Облако вращается с периодом, очень близким к периоду вращения нашей Галактики в окрестностях Солнца, т. е. около 200 млн. лет.

Пока еще нет четкого представления о положении центра вращения и угла наклона Большого Облака относительно луча зрения. Планетарные туманности распределены вокруг центра, который не совпадает с центром вращения для молодых звезд населения I типа. Причем, слабые планетарные туманности концентрируются в западной области галактики.

Магнитные поля в Магеллановых Облаках изучались на обсерваториях Маунт Стромло и Сайдинг Спринг (Австралия). Предполагают, что между оптической структурой и магнитным полем каждого Облака существует определенная связь. Новые данные подтверждают прежние результаты, свидетельствующие, что магнитное поле Большого Облака направлено вдоль его перемычки, а Малого — вдоль перемычки и «крыльев». В Магеллановых Облаках наибольшая измеренная степень поляризации света звезд составляет 3,5%. Видимо, существует крупномасштабное магнитное поле, общее для обеих галактик.

Недавно удалось обнаружить, что Большое Магелланово Облако излучает в рентгеновском диапазоне. Интенсивность этого излучения эквивалентна 25—30 источникам типа Крабовидной туманности. Принято считать, что в Большом Облаке содержится межзвездная пыль. О Малом Облаке судить труднее. Например, в молодых звездах и звездах скоплений нет эффектов, обязанных межзвездной пыли, и в то же время, наблюдая цефеиды, можно заметить эффект «покраснения».

Магеллановы Облака признаны спутниками нашей Галактики. По подсчетам Е. Хольмберга, каждая спиральная галактика имеет в среднем восемь галактик-спутников. Число спутников возрастает с увеличением массы водорода в спиралах и с ростом показателя цвета ядер.

Наши современные представления о Магеллановых Облаках нельзя считать исчерпывающими, но уже готовится каталог 1200 звезд — вероятных членов Большого Магелланова Облака.

Радиообзоры с высоким разрешением и высокой чувствительностью на частотах 5009 и 408 Мгц прово-

дятся в Австралии на 63-метровом рефлекторе (Паркс) и крестообразном радиотелескопе (Молонгло). Эти обзоры обогатят наши знания об остатках вспышек Сверхновых в Магеллановых Облаках. Д. Мэтьюсон считает, что число известных остатков вспышек Сверхновых может легко возрасти с 10 до 20.

Вероятно, в течение ближайших лет поток новых сведений даст нам более ясное представление об эволюции и движении Магеллановых Облаков. Большие надежды возлагают астрономы на три телескопа, которые должны вступить в строй: 4-метровый телескоп Серро-Тололо, 3,8-метровый англо-австралийский и 3,6-метровый телескоп Европейской южной обсерватории. Эти инструменты помогут ответить, например, на вопрос о тонкой структуре диаграммы цвет — звездная величина для шаровых звездных скоплений. Определение возраста старых звезд — Я. Оорт (Голландия)

считает эту проблему особенно важной — также не должно оказаться чрезмерно сложным для этих инструментов. Б. Стремгрен (Дания) предвидит, что на 3,6-метровом телескопе можно будет осуществлять узкополосную фотометрию звезд до 18-й визуальной величины и среднеполосную фотометрию до 20-й звездной величины. Такие наблюдения должны дать ценную информацию о возрасте и химическом составе звезд в Магеллановых Облаках.

На мощных телескопах высокодисперсные спектроскопические исследования не будут ограничиваться только исключительно яркими сверхгигантами Магеллановых Облаков. Вероятно, можно будет определить химический состав звезд, близких к звездам нашей Галактики. Очевидно, что мы приближаемся к более полному пониманию наших ближайших соседей в мире галактик.



## ВСЕГДА ЛИ ФОБОС БЫЛ СПУТНИКОМ МАРСА?

На одной из фотографий, полученных американским космическим кораблем «Маринер-7», на фоне поверхности Марса виден его спутник — Фобос. Изучив эту уникальную фотографию, доктор Б. Смит пришел к выводу, что Фобос имеет

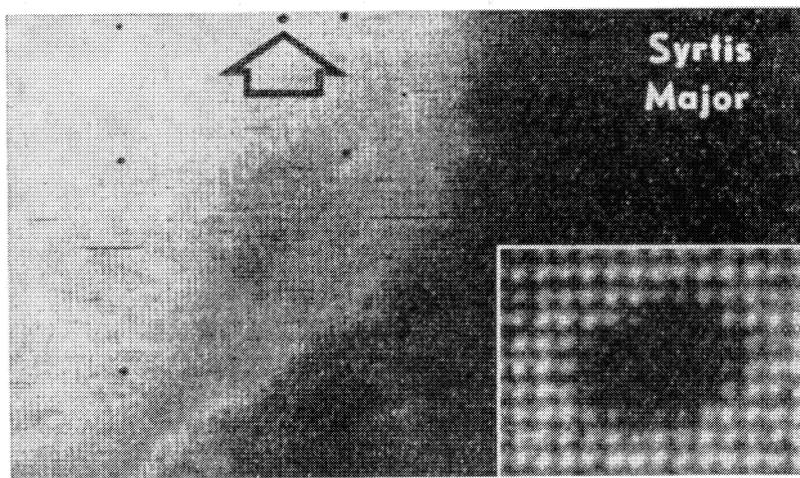
форму картофелины: поперечник в плоскости его орбиты равен 22 км, а полярный поперечник — 18 км. У Фобоса необыкновенно темный цвет. Среднее геометрическое альbedo спутника Марса в визуальных лучах составляет всего 0,065. Тако-

го малого значения альbedo нет ни у одной планеты, спутника или малой планеты солнечной системы. Смит считает, что темный цвет Фобоса связан с его ничтожно малыми размерами. Частицы пыли легко ускользают с поверхности этого спутника из-за его крайне слабого гравитационного поля, а близость Фобоса к Марсу приводит к тому, что он должен постоянно «обстреливаться» метеорными частицами. По-видимому, вся поверхность Фобоса покрыта ямками и рывтинами. Вероятно, и у второй крошечной луны Марса — Деймоса такая же структура поверхности.

По мнению Смита, Фобос не мог образоваться одновременно с Марсом, а был захвачен им «в готовом виде» из кольца астероидов. Если бы Фобос формировался путем объединения частиц в гравитационном поле Марса, то его форма была бы не удлинненной, а почти сферической.

Малые размеры Фобоса и Деймоса не помешают им в будущем сыграть роль идеальных орбитальных станций. Правда, космонавтам придется прибегать к особым мерам предосторожности, ведь скорость ускользания на поверхности этих спутников Марса весьма невелика — для Фобоса она не превышает 12 м/сек.

«New Scientist», 46, 703, 1970.



Фобос на фоне яркой области Марса. В правом нижнем углу — увеличенное в 15 раз изображение Фобоса



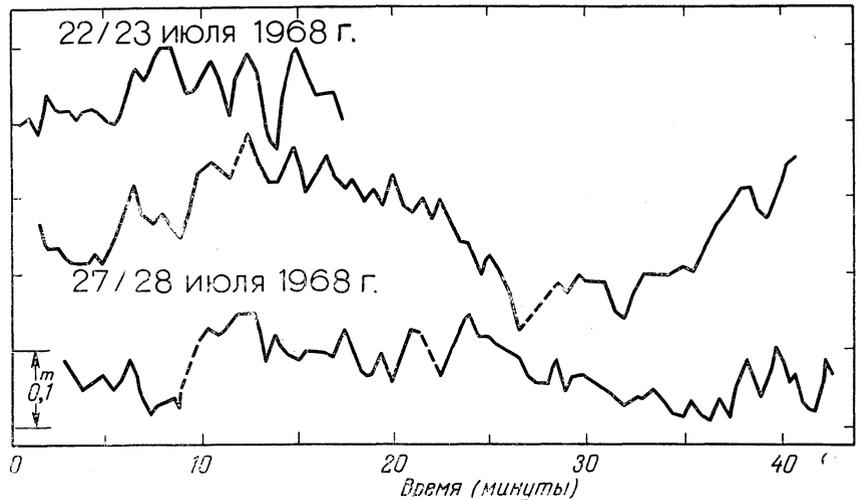
## НЕОБЫЧНАЯ СИМБИОТИЧЕСКАЯ ЗВЕЗДА

В течение нескольких десятилетий звезда  $\text{SN}$  Лебеда считалась рядовым красным гигантом. Эти звезды имеют самые низкие температуры и самые большие размеры. Их даже называют холодными звездами, хотя, разумеется, этот термин не следует понимать буквально. Температура внешних слоев звезды примерно  $2000\text{--}3000^\circ\text{K}$ . И все же светимости красных гигантов велики: низкая температура компенсируется огромными размерами. Если газовый шар гиганта поместить в центр солнечной системы, то орбита Земли окажется внутри нового солнца.

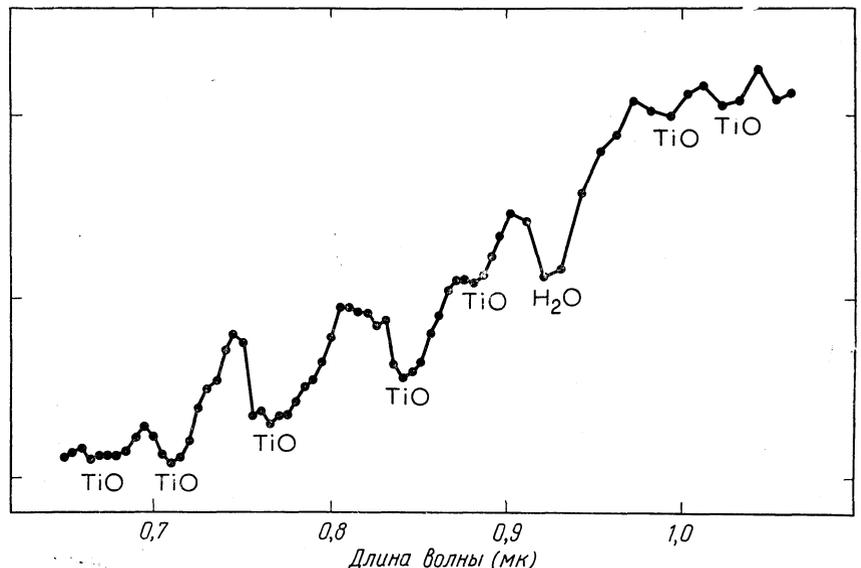
Спектры красных гигантов чрезвычайно примечательны. Они почти полностью покрыты либо полосами окислов различных металлов (титана, ванадия, скандия, циркония, лантана), либо полосами углеродных соединений. Полосы настолько сильны и многочисленны, что непрерывное излучение фотосферы звезды еле заметно.

Блеск звезды  $\text{SN}$  Лебеда постоянен. Ее принадлежность к типу полуправильных переменных была установлена наблюдателями разных стран. Блеск такой звезды изменяется периодически, но длительность периода и форма кривой блеска подвержены сильным колебаниям. У звезды  $\text{SN}$  Лебеда средняя продолжительность цикла 97 суток, а блеск колеблется от 7,4 до 9,1 звездной величины.

В 1963 г. у  $\text{SN}$  Лебеда неожиданно открыли признаки, совершенно не свойственные обычным полуправильным переменным. Во время вспышки звезды американский астроном А. Дойч обнаружил в ее спектре непрерывную эмиссию и линии излучения водорода, кальция, железа и серы — особенности, свойственные лишь горячим звездам. Ничего подобного ни в марте 1961 г., ни в сентябре 1966 г. в спектре звезды не наблюдалось. В июне 1967 г. во время очередной вспышки в спектре вновь появились линии бальмеровской серии водорода, широкие эмиссионные линии нейтрального гелия, узкие линии излучения ионизованного железа, кальция, серы и другие. Широкие эмиссионные линии водорода из серии Бальмера  $\text{H}_\alpha$  и  $\text{H}_\beta$  с коротковолновой стороны были как бы «оторочены» узкими линиями поглощения. Это



Быстрые колебания блеска звезды  $\text{SN}$  Лебеда в июле 1968 г. Наблюдения проводились на 20-сантиметровом рефлекторе Шемахинской астрофизической обсерватории. В среднем, период колебаний блеска составляет 2—4 минуты



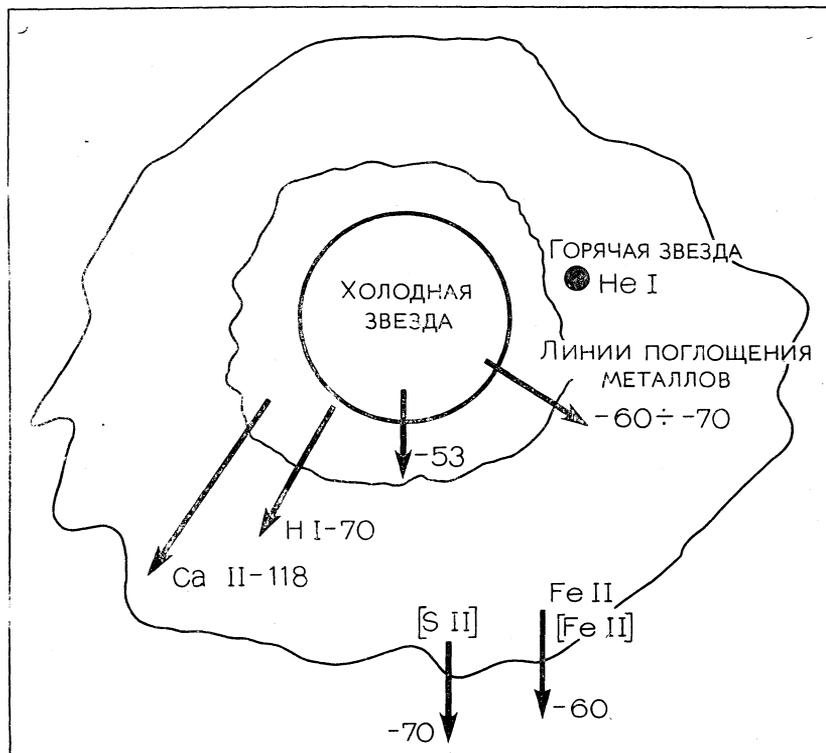
Спектр звезды  $\text{SN}$  Лебеда в ближней инфракрасной области. Получен 20 мая 1968 г. на 42-сантиметровом телескопе Одесской астрономической обсерватории. Видны многочисленные полосы молекул окиси титана и полоса водяного пара

свидетельствовало о том, что звезда окружена протяженной, быстро расширяющейся оболочкой. После вспышки и до конца 1967 г. блеск СН Лебеда медленно падал. Интенсивность эмиссионных линий уменьшалась. В 1968 и 1969 гг. звезда снова вспыхнула. Опять стали хорошо заметны эмиссионные линии и подтвердилось наличие протяженной оболочки. Наблюдения звезды продолжались и в 1970 г. Летом звезда была в спокойной стадии.

У звезды СН Лебеда помимо вспышек наблюдаются быстрые колебания блеска малой амплитуды. Временами в течение одной ночи колебания очень незначительны, а в другие ночи за несколько минут достигают нескольких десятых звездной величины. Во время фотометрических наблюдений звезды Б. Честер (Триест) обнаружил у нее колебания блеска с циклом значительно большим, чем тот, который был известен ранее (97 суток), и с циклом продолжительностью всего 46 суток, т. е. равным половине известного.

Все необычные спектральные особенности звезды СН Лебеда становятся понятными, если допустить, что она принадлежит к классу симбиотических звезд. Эти звезды — двойные. Один из компонентов — горячая звезда, которая временами вспыхивает, выбрасывая вещество в окружающее пространство. Другой компонент — холодный красный гигант, в атмосфере которого, кроме обычных линий, возникают под действием излучения горячей звезды линии ионизованных металлов. Оба компонента окружены оболочкой.

Но из всех симбиотических звезд холодный компонент СН Лебеда имеет самый поздний спектральный



Модель симбиотической звезды СН Лебеда, предложенная астрономами Р. Фараггиана и М. Хак (Триест). Отмечены зоны, где образуются эмиссионные и абсорбционные линии различных элементов. Оболочка, окружающая холодную звезду и горячую, расширяется, причем разные ее участки движутся с разной скоростью. Направление скорости показано стрелками. Рядом даны величины скорости (км/сек); знак минус указывает, что оболочка приближается к наблюдателю

класс (М6). Кроме того, у СН Лебеда замечены быстрые колебания блеска. Они порождаются, по-видимому, горячим компонентом. Пока не из-

вестно, насколько часто встречаются звезды, подобные СН Лебеда.

Е. Б. ГУСЕВ

## ЕСТЬ ЛИ В КОСМОСЕ ОКИСЬ АЗОТА?

Недавно американские радиоастрономы попытались обнаружить в межзвездном пространстве молекулы окиси азота. Используя 100-метровый радиотелескоп Национальной радиообсерватории в Грин-Бэнк и 300-метровый радиотелескоп в Аресибо (Пуэрто-Рико), Б. Тернер, Ч. Гилс и Э. Шарлеманн искали

радиолинии окиси азота на четырех частотах. Было исследовано 67 казавшихся наиболее перспективными областей Галактики, в основном, планетарные туманности или источники, дающие сильные радиолинии молекул гидроксила. Иными словами, окись азота искали там, где физические условия способствуют

необычному возбуждению молекул и атомов.

Все попытки оказались тщетными. Как известно, сильное радиоизлучение молекул гидроксила ученые объясняют мазерным эффектом. Возможно, отсутствие радиоизлучения молекул окиси азота свидетельствует, что мазерный механизм работает не для всех двухатомных молекул.

«New Scientist», 46, 703, 1970

## Ростислав Владимирович Куницкий

27 декабря исполняется 80 лет доктору физико-математических наук, профессору Ростиславу Владимировичу Куницкому, видному ученому и педагогу.

В юности Ростислав Владимирович Куницкий хотел стать врачом и увлекался химией, у него даже была своя небольшая химическая лаборатория, а в реальном училище (Иваново-Вознесенск) он выполнял обязанности «ассистента учителя».

1905—1906 годы во многом определили судьбу Р. В. Куницкого. «Чистенький реалистичка» из интеллигентной семьи не остался в стороне от революционных событий — он помогал передавать нелегальную литературу... Сделанный в юности выбор оказался безошибочным и выдержал проверку временем, прежде всего, в тот период, когда Р. В. Куницкому довелось участвовать в Великой Октябрьской социалистической революции и гражданской войне. Осенью 1917 г. Р. В. Куницкий стал председателем батарейного комитета, членом дивизионного комитета и членом Совета солдатских депутатов Киевского военного округа.

А выбрать будущую профессию еще в 1906 г. помогла увлекательная книга Клейна «Астрономические вечера». Она произвела огромное впечатление на юношу, довольно быстро забывшего о своих прежних медицинских устремлениях. Он занялся наблюдением переменных звезд и тщательной зарисовкой солнечных пятен. В Петербургском университете, куда в 1908 г. поступил Р. В. Куницкий, астрофизика не была в почете, ею занимались факультативно или в порядке кружковой работы. Университет готовил квалифицированных астрометристов. Примерно в то же время в университете учились Б. В. Нумеров, К. К. Дубровский и многие другие, ставшие впоследствии известными астрономами.

С большой теплотой вспоминает Р. В. Куницкий астронома-наблюдателя Петербургской обсерватории А. Н. Тачалова, который учил студентов работать на универсальном и пассажном инструментах. Под его руководством Р. В. Куницкий стал первоклассным наблюдателем и вычислителем. Не случайно именно ему профессор А. А. Иванов поручил предвычисление кольцеобразного затмения 1912 года и руководство астрометрическими работами экспедиции, которую уни-



верситет направил в район Новгорода для наблюдения затмения.

Жизнь Ростислава Владимировича тесно связана с наукой и армией. Службе в Советских Вооруженных силах и защите социалистической Родины Р. В. Куницкий посвятил многие годы. Во время гражданской войны он был помощником командира артиллерийской батареи, сражавшейся на Южном фронте с Деникиным и Мамонтовым. В дни, когда наш народ праздновал 50-летие Советской власти, заслуги Р. В. Куницкого как участника Октябрьской революции и гражданской войны были отмечены медалью «За отвагу». В годы Вели-

*Редколлегия журнала «Труды юношества», издававшегося в 1905—1906 гг. в Иваново-Вознесенском реальном училище. Р. В. Куницкий — первый слева*

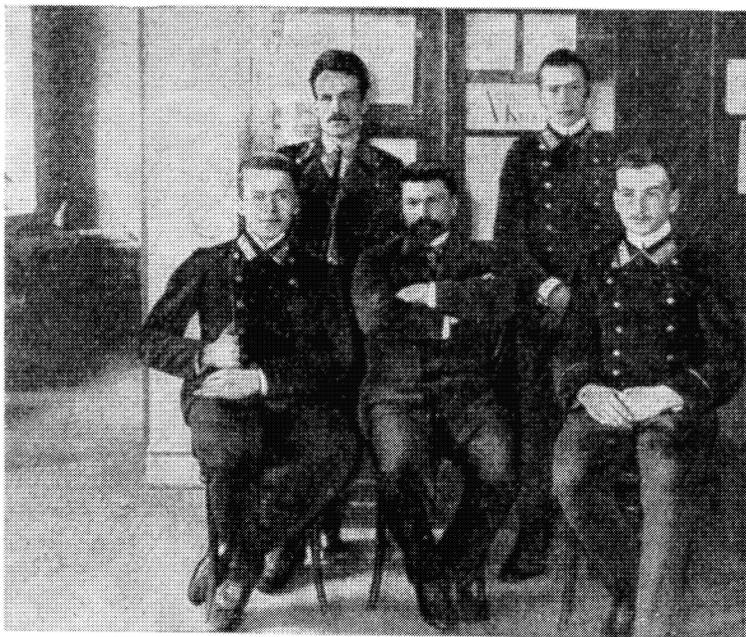


кой Отечественной войны Р. В. Куницкий, став помощником (по астронавигации) главного штурмана советской бомбардировочной Авиации дальнего действия, активно участвовал в учебно-тренировочных, испытательных и боевых вылетах. За мужество и отвагу, проявленные в боях с немецко-фашистскими захватчиками, и за участие в руководстве штурманской службой Авиации дальнего действия Р. В. Куницкий награжден ор-

денами Отечественной войны 1-й степени, Красной Звезды, Красного Знамени и двумя медалями.

С армией связано и одно из основных направлений научной деятельности Р. В. Куницкого — работа его в области практической (преимущественно авиационной) астрономии. В середине 30-х годов Ростислав Владимирович в течение ряда лет руководил астрономической подготовкой трансарктических и других рекордных по-

*Правление астрономического кружка Петербургского университета. Р. В. Куницкий (сидит слева), в центре — научный руководитель кружка профессор А. А. Иванов, впоследствии директор Пулковской обсерватории. 1911 г.*





*Инженер-полковник Р. В. Куницкий. 1944 г.*

дальности перелетов (1935—1938 гг.). В процессе выполнения этих работ Р. В. Куницкому удалось модернизировать очень трудоемкие методы вычисления. Тогда же он предложил таблицы высот светил, которые стали прототипом хорошо известных штурманам «Таблиц высот и азимутов Солнца, Луны, планет и звезд». В период Великой Отечественной войны инженер-полковник Р. В. Куницкий опубликовал одиннадцать книг (пособий и таблиц) по авиационной астрономии и изобрел купол для астрономических наблюдений из штурманских кабин самолетов.

Звездная астрономия — вторая научная специальность Ростислава Владимировича. Еще в 1921 г. в Главной астрофизической обсерватории он занимался исследованием звездных потоков. В 1926 г. Р. В. Куницкий показал, что скорость Солнца по отношению к ближайшим звездам (в радиусе 50 пс) заметно отличается от общепринятого «стандартного» ее значения. Результат, полученный Р. В. Куницким, соответствует как раз тому, что мы теперь называем скоростью Солнца относительно локального центроида. В 1929 г. Р. В. Ку-

ницкий начал серию работ, посвященных функции светимости звезд и распределению звездной плотности. Р. В. Куницкий впервые доказал, что в Галактике существует удлиненное звездное скопление (Местная система звезд), свидетельствующее в пользу спиральной структуры Галактики. За эти работы Ростислав Владимирович был удостоен ученой степени доктора физико-математических наук без защиты диссертации. Труды Р. В. Куницкого в области исследования функции светимости и изучения темных туманностей заняли достойное место в отечественной астрономии.

Ростислав Владимирович накопил огромный опыт преподавания астрономии в различных учебных заведениях (средняя школа, Московский университет, Ивановский педагогический институт, Военно-Воздушная академия, Московский государственный педагогический институт имени В. И. Ленина). В Военно-Воздушной академии имени Ю. А. Гагарина, как и в частях Aviации дальнего действия, одним из основных учебных пособий на протяжении многих лет был «Курс авиационной астрономии» Р. В. Куницкого.

С сентября 1957 г. по настоящее время Р. В. Куницкий — профессор кафедры астрономии Московского государственного педагогического института имени В. И. Ленина. Десять лет он возглавлял эту кафедру. Студенты педагогического института изучают астрономию по учебнику, который написали Р. В. Куницкий, П. И. Попов и Б. А. Воронцов-Вельяминов. Этот учебник в 1967 г. вышел пятым изданием под редакцией Р. В. Куницкого.

Ростислав Владимирович поистине неутомим в работе со своими студентами и аспирантами. Он не только доводит работу со своими учениками до логического конца — до защиты диплома или диссертации, но и долгое время после защиты остается для своего бывшего ученика научным руководителем, авторитетным товарищем и большим другом. Некоторые из учеников Р. В. Куницкого работают в области звездной астрономии, другие занимаются практической астрономией или научно-методическими проблемами, связанными с преподаванием астрономии в средней и высшей школе. Уместно заметить, что руководство научными работами по методике преподавания астрономии Ростислав Владимирович удачно сочетает с очень важной общественной деятельностью — активным участием в работе Всесоюзного астрономо-геодезического общества при АН СССР. Он — почетный член ВАГО, член Президиума ЦС ВАГО (с 1934 г.) и председатель учебно-методической секции ЦС ВАГО (с 1960 г.). Для партийной, профсоюзной и разнообразной общественной работы Р. В. Куницкий всегда находит время.

В прошлом (1923—1930 гг.) Ростислав Владимирович сам преподавал в средней школе, сейчас он руководит работой, которую проводят в школе студенты и аспиранты. Р. В. Куницкий и его ученики обосновали вывод о том, что в школьном преподавании необходимо делать основной упор на вопросы астрофизики, имеющие большое прикладное и мировоззренческое значение.

Эти идеи положены в основу новой школьной программы по астрономии в нашей стране и в ГДР.

80-летие — большая дата в жизни человека. Мы рады, что Ростислав Владимирович отмечает ее «на боевом посту». Сейчас, как прежде, Ростислав Владимирович читает лекции, занимается со студентами и аспирантами, активно участвует в работе Президиума ЦС ВАГО, редколлегии журнала «Земля и Вселенная», ряда ученых комиссий и советов, пишет статьи, очень основательно рецензирует рукописи и опубликованные материалы, готовится к работе над новой книгой.

Сердечно поздравляем юбиляра и желаем ему доброго здоровья, многих лет жизни и успешного свершения его творческих планов.

*К. Ф. ОГОРОДНИКОВ*  
профессор

*И. А. КРАСАВИН*  
кандидат технических наук

*Л. А. ГОЛОВИНА*  
кандидат физико-математических наук

*Е. П. ЛЕВИТАН*  
кандидат педагогических наук

---

---

## **НАГРАДА СОВЕТСКОМУ УЧЕНОМУ**

10 ноября 1970 г. академик А. А. Благонравов от имени президента Международной академии астронавтики вручил доктору физико-математических наук Николаю Александровичу КОЗЫРЕВУ Золотую медаль. Как сказано в дипломе, приложенном к Золотой медали, Н. А. Козырев награжден «за его замечательные телескопические и спектральные наблюдения люминесцентных явлений на Луне, показавшие, что Луна поныне является активной планетой, и тем самым стимулировавшие исследования во всем мире лунных люминесцентных явлений».

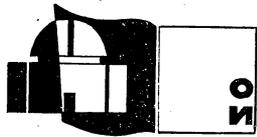
---

---

## **ВСТРЕЧА С ЧИТАТЕЛЯМИ**

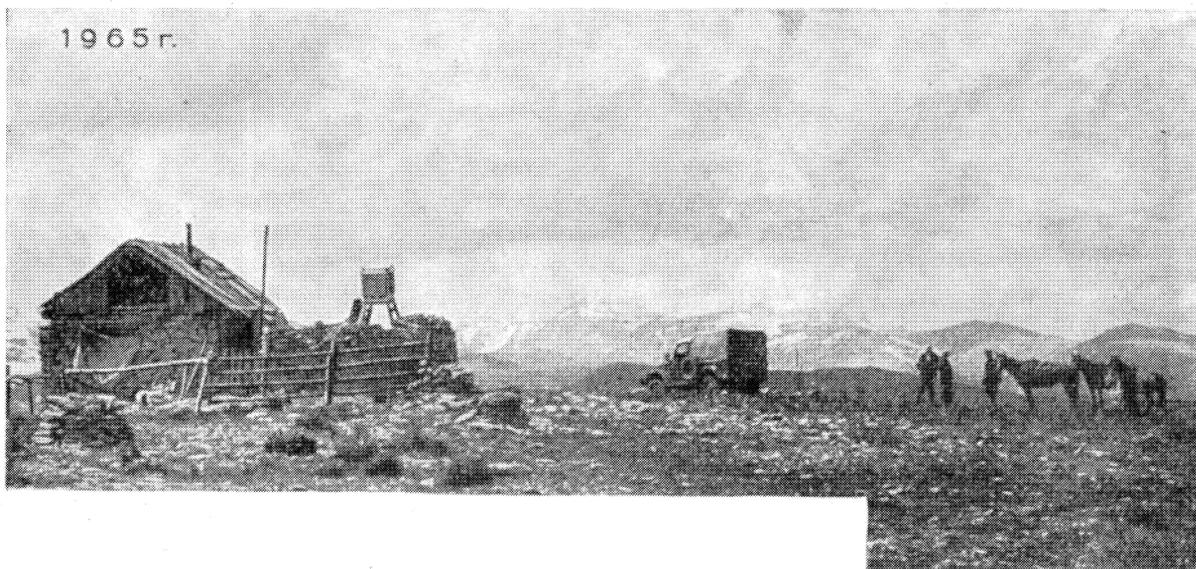
В устном выпуске нашего журнала, который состоялся 10 ноября этого года в Центральном Доме журналиста приняли участие: сейсмологи Н. В. Шебалин и А. В. Николаев, океанологи В. Г. Корт и А. А. Аксенов, астрономы А. В. Засов и Н. А. Лотова, акванавт-испытатель А. М. Подражанский. Выступления сопровождался показом диапозитивов и научно-популярного фильма.

Редакция благодарит всех участников вечера.



**ОБСЕРВАТОРИИ  
И ИНСТИТУТЫ**

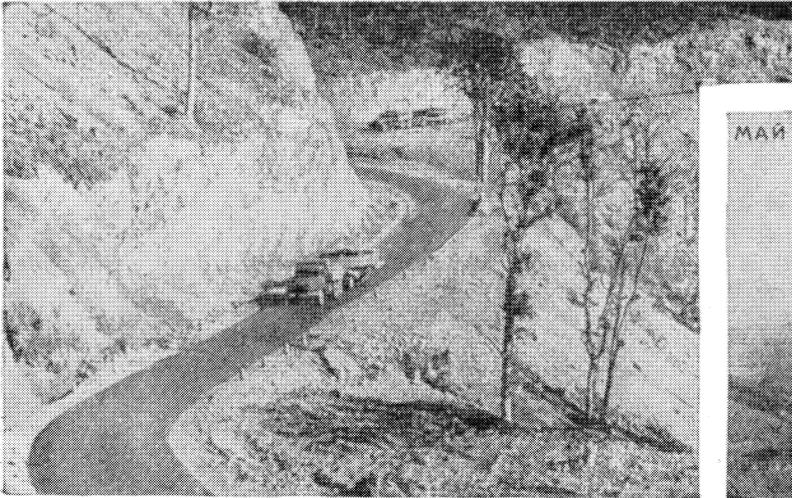
## Строится крупнейшая астрофизическая обсерватория



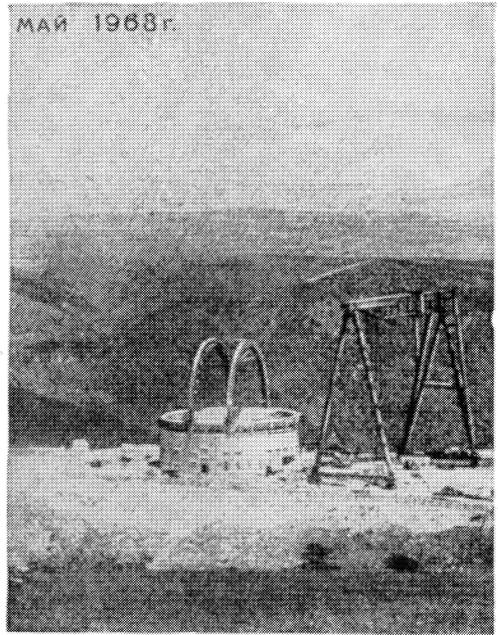
В начале 60-х годов в горах Северного Кавказа начала работать экспедиция Пулковской обсерватории. Астрономы искали место для строительства крупнейшего в мире телескопа: изучали астроклимат, вели наблюдения с помощью небольших переносных астрономических приборов.

В 1965 г. в 40 км от станции Зеленчукской, у горы Пастухова (место это часто называют «Семь Родников») была снесена каменная кошара и подготовлена строительная площадка. Здесь, в основании башни телескопа, заложили бронзовую доску с надписью: «Во имя прогресса советской науки о космосе, изучающей тайны Вселенной для блага всего Человечества, Академия наук СССР заложила 18 марта 1966 г. Специальную астрофизическую обсерваторию ...»

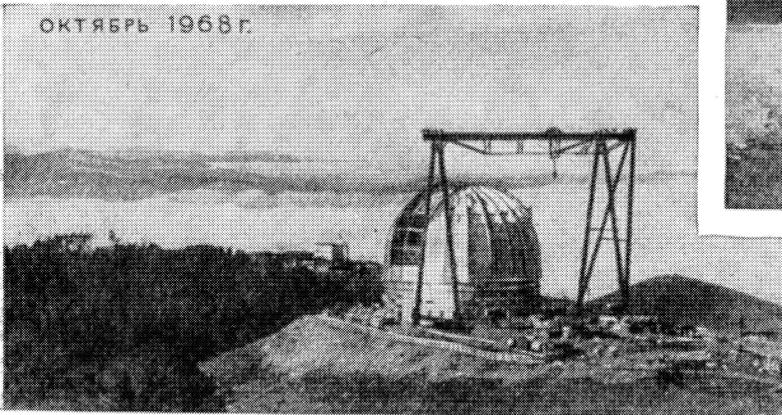
Сначала по горным тропам, а затем по новому асфальтированному



МАЙ 1968 г.



ОКТАБРЬ 1968 г.



шоссе потянулись в горы грузовики со строительными материалами и деталями гигантского инженерного сооружения — телескопа.

Башня росла. В 1968 г. ее купол представлял собой переплетение металлических конструкций. Потом их затянули блестящими алюминиевыми панелями. К 1970 г. строительство башни телескопа полностью закончилось. Сейчас в башне и в подкупольном помещении заканчиваются монтажные и отделочные работы. И, конечно, полным ходом идет монтаж крупнейшего в мире телескопа БТА-6 с диаметром зеркала 6 м. Этот уникальный астрономический инструмент сконструировали и изготовили в Ленинградском оптико-механическом объединении. Близится время первых испытаний сложнейшего комплекса научного оборудования.

МАРТ  
1970 г.

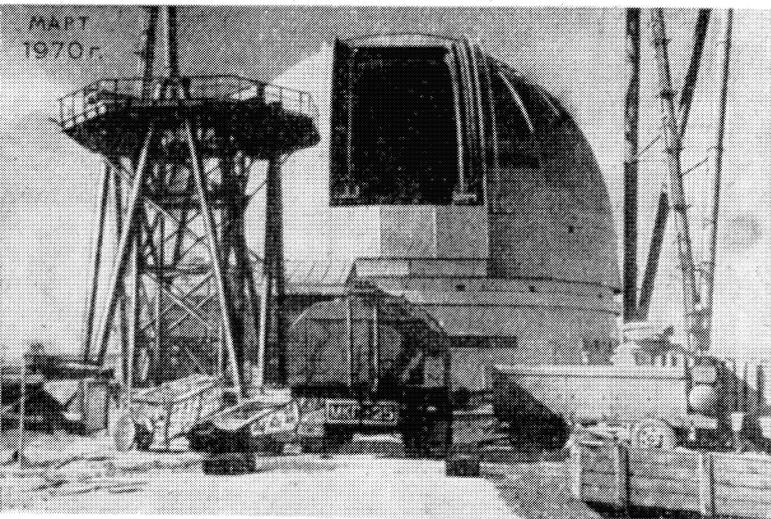
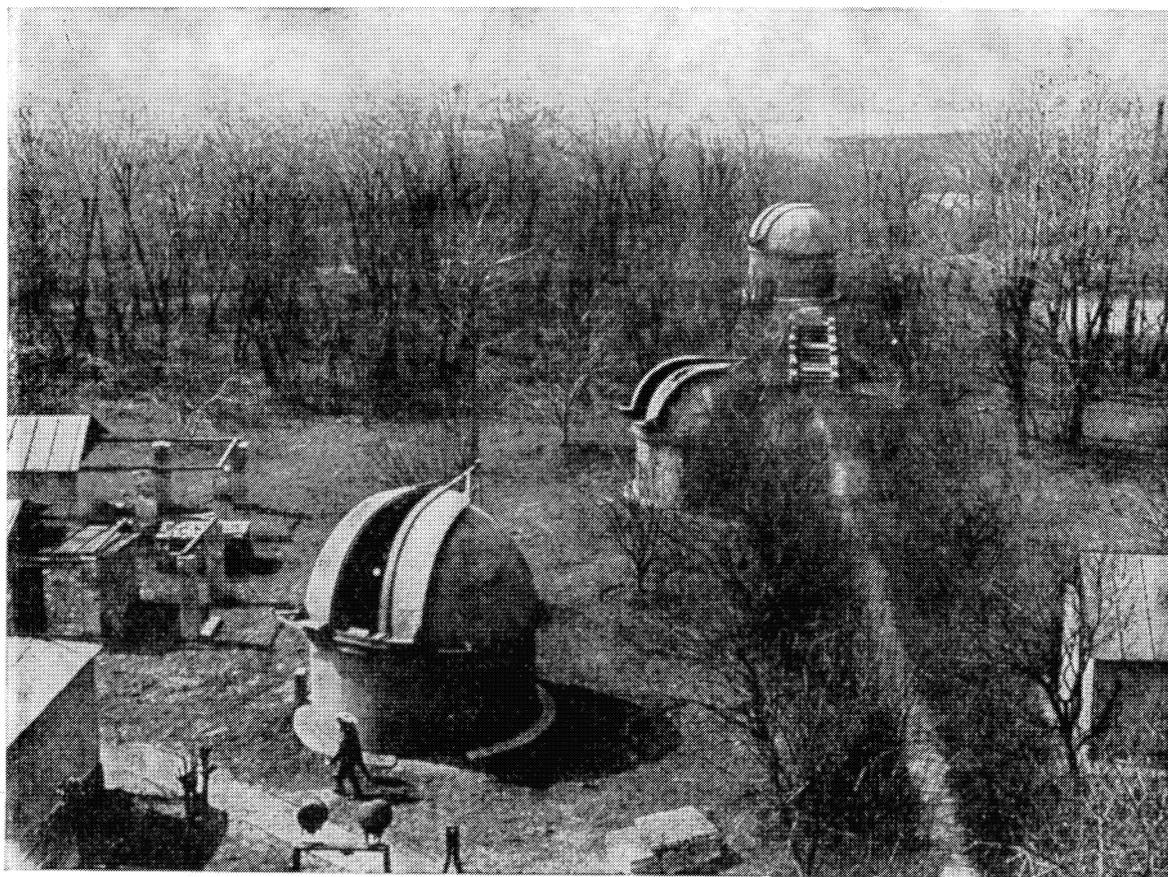


Фото Е. Л. Ченцова

# Астрономическая обсерватория

В 1845 г., вскоре после учреждения в Киеве университета, при нем была создана обсерватория. Ее первый директор В. Ф. Федоров, окончивший Дерптский университет и работавший несколько лет под руковод-

ством В. Я. Струве, был приглашен на кафедру астрономии Киевского университета в 1838 г. После приезда в Киев В. Ф. Федоров приступил к организации обсерватории. Он выбрал удобное место для постройки



*В парке обсерватории расположены павильоны с астрономическими инструментами*

Фото Х. Шапиро

# Киевского университета

здания обсерватории, приобрел необходимые инструменты и приборы. Среди них были 9-дюймовый рефрактор Фраунгофера, большой пассажный инструмент, меридианный круг, часы и хронометры.

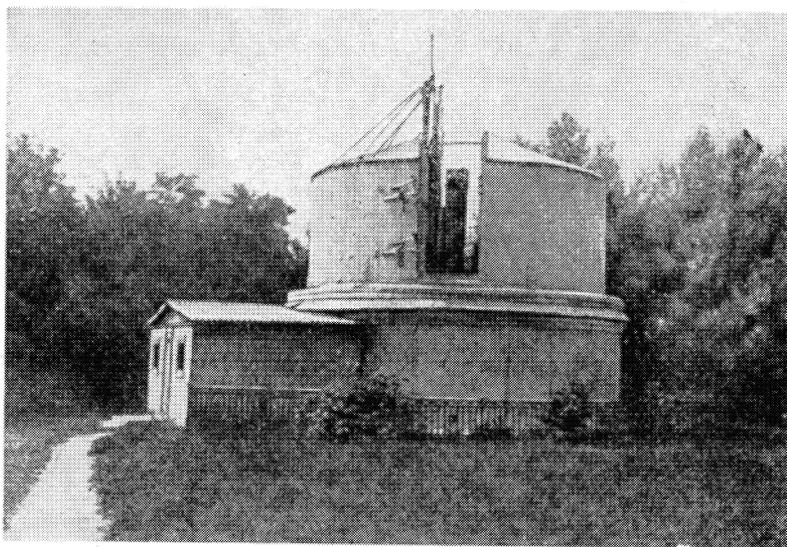
В. Ф. Федоров, а затем сменивший его на посту директора обсерватории А. П. Шидловский со своими сотрудниками и учениками проводили различные наблюдения. Большое внимание они уделяли астрономо-геодезическим определениям, которые в первый период существования обсерватории составляли важнейшую часть работ киевских астрономов. Обширной была и педагогическая деятельность В. Ф. Федорова и А. П. Шидловского. В университете они читали лекции и вели практические занятия по различным астрономическим дисциплинам.

Значительно расширилась деятельность обсерватории при ее новом директоре М. Ф. Хандрикове, который прежде работал на Московской обсерватории в должности астронома-наблюдателя. М. Ф. Хандриков принимает меры к усовершенствованию старого оборудования обсерватории и приобретению нового. Он заказывает известной фирме Репсольда (Гамбург) новый меридианный круг, который в 1872 г. был установлен в специально построенном павильоне. Из работ по модернизации инструментов обсерватории важнейшей была работа по переоборудованию рефрактора в астрограф. Она была выполнена также в мастерских Репсольда по заказу М. Ф. Хандрикова.

Основные работы М. Ф. Хандрикова относятся к области теоретической астрономии. Он провел ряд исследований по определению эле-



*Главное здание обсерватории*



*Павильон астрографа*

Фото А. Бенюха



*Митрофан Федорович Хандриков (1837—1915) — директор Киевской обсерватории с 1869 по 1901 г. Наибольшую известность получили его работы по определению элементов планетных и кометных орбит*

ментов орбит планет и комет и предложил новые методы их определения. М. Ф. Хандриков пробудил интерес к вопросам теоретической астрономии у своих учеников и сотрудников. Его последователи — В. И. Фабрициус, Р. Ф. Фогель, С. Д. Черный и И. И. Ильинский — выполнили немало исследований, объединенных общей идеей. Эти работы определили направление Киевской школы теоретической астрономии.

При М. Ф. Хандрикове начались систематические наблюдения на основных инструментах обсерватории — меридианном круге (В. И.

Фабрициус) и пассажном инструменте (М. Ф. Хандриков).

В 1879 г. М. Ф. Хандриков организовал издание «Анналов обсерватории», в которых публиковались результаты работ киевских астрономов. (Впоследствии «Анналы» были заменены другими изданиями.)

Помимо научной, М. Ф. Хандриков вел большую педагогическую деятельность в университете и на Высших женских курсах. Он воспитал много учеников; некоторые из них стали видными астрономами.

В 1901 г. директором обсерватории и заведующим кафедрой астрономии стал Р. Ф. Фогель. Он также уделял много внимания теоретической астрономии; им написан ряд статей, содержащих глубокие исследования по теории определения планетных и кометных орбит.

На протяжении более полувека в штате обсерватории было только два астронома: директор и астроном-наблюдатель. Лишь в 1913 г. Совет университета установил должность сверхштатного ассистента.

В первые годы после Октябрьской Социалистической революции обсерватория имела весьма ограниченную базу. Регулярные наблюдения проводились только на меридианном круге. Почти 34 года работал на этом инструменте М. П. Диченко. Выполненные им определения положений звезд завершились составлением больших звездных каталогов.

В 1923 г. директором обсерватории и профессором Института народного образования (в 1920 г. университет был преобразован в Институт народного образования) стал воспитанник Киевского университета С. Д. Черный. Он продолжал работы по теоретической астрономии, кроме того вел регулярные наблюдения на рефракторе.

В 1939 г., в связи с уходом С. Д. Черного, директором обсерватории назначили С. К. Всехсвятского, который принял энергичное участие в укреплении материальной базы и расширении научной программы. В 1940 г. штат обсерватории состоял уже из 13 сотрудников. Кроме традиционно направления исследований — определения положений светил из ме-

ридианных наблюдений — добавились новые: изучение физических процессов в солнечной атмосфере и механизмов воздействия Солнца на геофизические явления, а также исследование малых тел солнечной системы, в частности, комет как индикаторов солнечной активности.

В годы Великой Отечественной войны основное оборудование обсерватории было эвакуировано в Свердловск, все астрономы призывного возраста ушли на фронт, многие из них погибли в боях за Родину.

После войны штат обсерватории пополнился новыми сотрудниками. Был построен новый лабораторный корпус, в котором разместились научные отделы, а также кафедра астрономии.

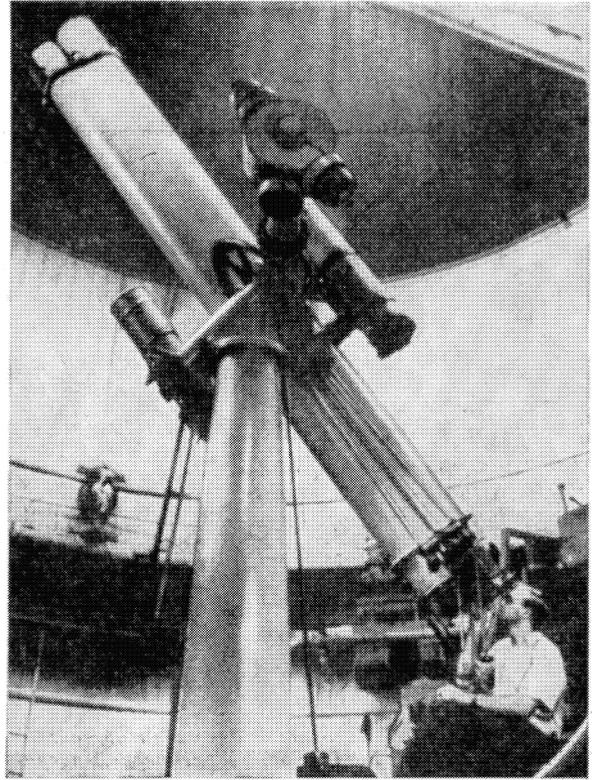
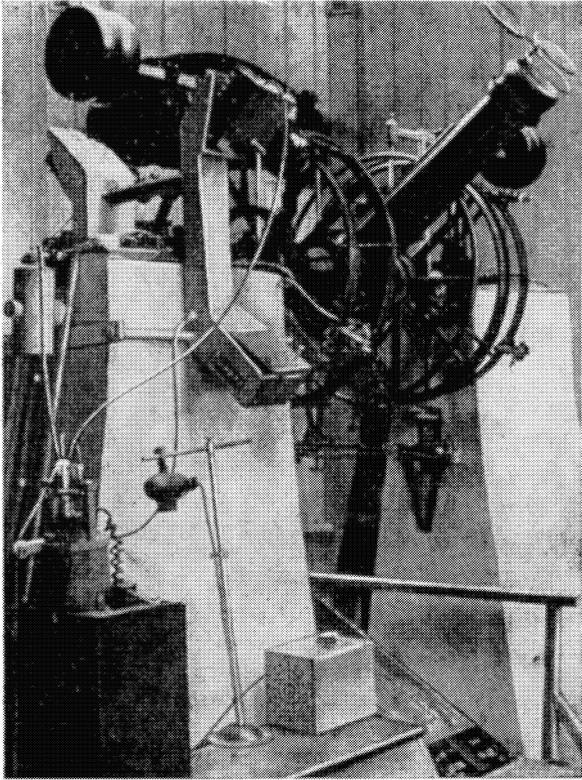
С 1953 г. обсерваторией руководит А. Ф. Богородский. С его приходом в обсерватории начали развиваться исследования по физике Солнца, а также теоретические работы по астрофизике и теории относительности.

В период подготовки к Международному геофизическому году для наблюдения метеоров были созданы вблизи сел Лесники и Триполье две загородные станции с лабораторными и жилыми помещениями, а также павильоны для наблюдательных установок.

Для обсерватории приобретено новое оборудование: фотосферно-хромосферный телескоп, метеорные патрули, радиолокационная аппаратура для наблюдений метеоров, астрономические часы, хронографы, измерительные и вычислительные машины и другие инструменты. На обсерватории создан горизонтальный телескоп, предназначенный для спектрофотометрических исследований Солнца.

В настоящее время в штате обсерватории 25 научных сотрудников. Кроме того, в ее работе принимают участие преподаватели физического и радиофизического факультетов Киевского университета, аспиранты и студенты.

Исследования в области меридианной астрономии, проводившиеся М. Ф. Хандриковым в 70-е годы прошлого столетия, успешно продолжают и в настоящее время. Мери-



*Инструменты обсерватории: сверху — меридианный круг и 10-дюймовый астрограф, внизу — солнечный горизонтальный телескоп*

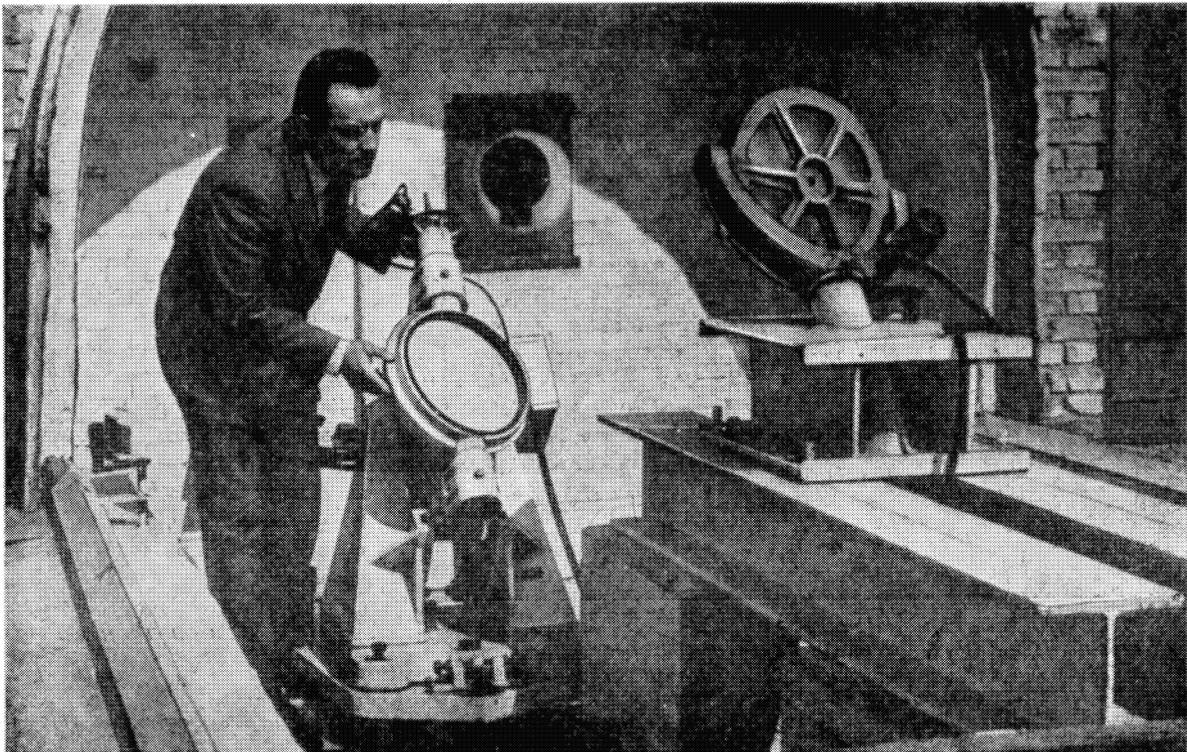


Фото Х. Шапиро



*Александр Федорович Богородский — директор обсерватории с 1953 г., специалист по теоретической астрофизике и теории относительности*

Фото Ю. Бусленко



*Сергей Константинович Всехсвятский — директор обсерватории с 1939 по 1952 г., заведующий кафедрой астрономии Киевского государственного университета, известный специалист по кометной астрономии*

Фото Х. Шапиро

дианный круг до сих пор остается одним из основных инструментов обсерватории, он используется для работ, связанных с созданием каталога слабых звезд, с программой ярких звезд и т. д.

Начатые в 20-е годы С. Д. Черным визуальные наблюдения солнечных пятен развились в регулярную службу Солнца, организованную в годы войны С. К. Всехсвятским в Свердловске. В настоящее время на обсерватории ведутся систематические наблюдения фотосферы на стандартном фотосферно-хромосферном телескопе, а на горизонтальном солнечном телескопе — спектральные наблюдения Солнца. Под руководством Н. А. Яковкина разрабатывается теория явлений в солнечных образованиях.

С 1957 г. сотрудники обсерватории и радиофизического факультета Киевского университета занимаются метеорной астрономией. Для фотографических наблюдений метеоров используются три метеорных патруля, установленные в Киеве и на двух загородных станциях, расположенных к югу от Киева. Значительного развития достигли исследования, основанные на радиолокационных наблюдениях метеоров.

При обсерватории создана станция наблюдения искусственных спутников Земли, которой с 1957 г. руководит А. К. Осипов. В наблюдениях спутников кроме сотрудников обсерватории принимают активное участие студенты университета.

Научная работа в обсерватории сочетается с подготовкой кадров. Здесь под руководством научных сотрудников выполняют дипломные работы и проходят практику студенты Киевского и других университетов.

Киевская университетская обсерватория за 125 лет своего существования выросла в современное научно-исследовательское учреждение. Научные работы, выполненные на обсерватории, принесли ей широкую известность.

**Д. В. ПЯСКОВСКИЙ**  
профессор

**Н. А. ЧЕРНЕТ А**  
кандидат  
физико-математических наук



# Участники КОСПАР-70 рассказывают

Как мы уже сообщали ранее (см. «Земля и Вселенная», № 4, 1970 г., стр. 80), в мае 1970 г. в Ленинграде проходила XIII сессия Международного комитета по космическим исследованиям (КОСПАР), объединяющего ученых 35 стран и различные международные союзы. Сессия КОСПАР, впервые проводившаяся в нашей стране, обсудила научные итоги космических исследований и наметила наиболее актуальные проблемы на ближайшие годы. Предоставляем слово участникам XIII сессии КОСПАР.

## Дистанционное зондирование

Итоги года, отделяющего XIII сессию КОСПАР от предыдущей, поистине выдающиеся. Создание первой в мире экспериментальной орбитальной станции («Союз-4 и -5»), первые экспедиции на Луну («Аполлон-11 и -12»), групповой полет космических кораблей («Союз-6, -7, -8»), успешные запуски автоматических межпланетных станций к Венере («Венера-5 и -6») и Марсу («Маринер-6 и -7») войдут в историю космических исследований как этапы первостепенной важности.

В последние годы мы стали свидетелями серьезного прогресса в области использования так называемых прикладных спутников. Метеорологические спутники,— пожалуй, наиболее убедительный пример возможностей применения космической техники для успешного решения

прикладных задач. Создание в СССР и США метеорологических космических систем намного облегчило и сделало более надежной работу служб погоды, приблизило нас к осуществлению (под эгидой Всемирной метеорологической организации) проекта Всемирной службы погоды. Правда, спутниковая метеорологическая информация до недавнего времени носила, в общем, качественный характер. Основным материалом, используемым прогностической практикой, были телевизионные и инфракрасные изображения облачного покрова. Соответственно, возможности анализа данных ограничивались применением полуквалифицированных синоптических методов, поскольку современные численные методы прогноза требуют исходной

количественной информации о полях метеорологических элементов (температуры, давления, ветра и других). За последние годы интенсивно проводились теоретические и экспериментальные поиски методов дистанционного зондирования атмосферы со спутников. К 1969 г. уже определились конкретные перспективы разработки и реализации такого рода методов. Именно поэтому во время XII сессии КОСПАР (Прага, май 1969 г.) было единодушно принято предложение К. Я. Кондратьева об организации специального симпозиума по дистанционному зондированию в рамках программы XIII сессии КОСПАР (Ленинград). В качестве организаторов этого симпозиума были приглашены У. Нордберг (США), К. Я. Кондратьев (СССР), Ф. Мёллер (ФРГ).

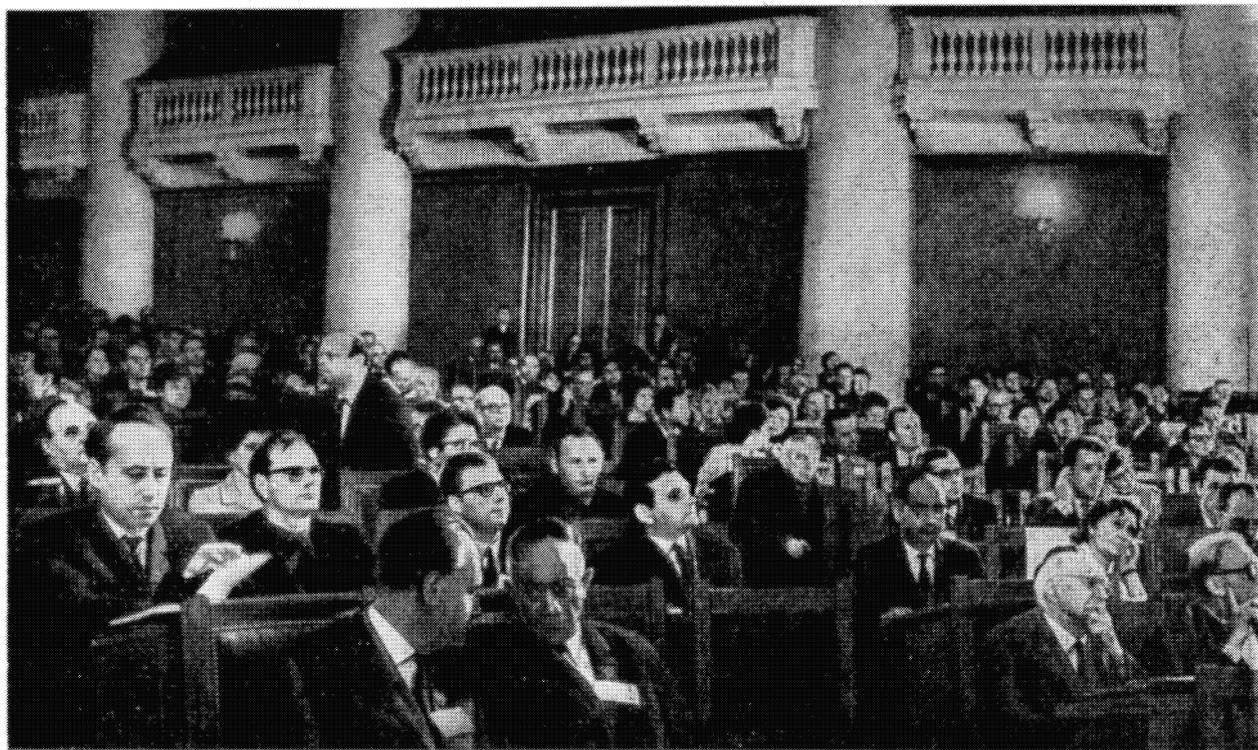
Программа симпозиума включала три раздела, о которых мы хотели бы кратко рассказать.

**Вертикальные профили структурных параметров атмосферы.** Исследования, выполненные в СССР и США, показали, что высокоточные измерения спектра уходящего из атмосферы в космос теплового излучения позволяют достаточно надежно восстановить вертикальные профили температуры и влажности\*.

Разные способы восстановления профилей метеорологических элементов обеспечивают более или менее одинаковую точность. Однако методы, развитые несколькими группами советских специалистов (В. Б. Гласко, В. П. Козлов, М. С. Малкевич, О. М. Покровский, Ю. М. Тимофеев, В. Ф. Турчин и другие) на основании метода регуляризации, предложен-

\* Основные итоги этих исследований опубликованы в монографии К. Я. Кондратьева и Ю. М. Тимофеева «Термическое зондирование атмосферы со спутников». Гидрометиздат, 1970 г.

ного академиком А. Н. Тихоновым, оказались наиболее адекватными. В докладах американских и английских ученых (У. Нордберг, Р. Ханел, В. Смит, Д. Хотон и другие), а также в совместном докладе сотрудников Ленинградского государственного университета и Центра космических полетов имени Годдарда рассматривались результаты спектральных измерений уходящего излучения. По данным спутников «Нимбус III и IV» впервые были опробованы различные способы обработки реального материала. Точность восстановления вертикального профиля температуры в слое от земной поверхности до высоты около 20 км (при отсутствии облаков) в среднем около 1—3°. Группа английских специалистов установила на спутнике «Нимбус IV», запущенном 8 апреля 1970 г., радиометр с селективной модуляцией, который осуществлял термическое зондирование примерно до 50 км. Ана-



*В зале заседаний*

лиз данных спектральных измерений уходящего излучения (область 9,6 мкм полосы озона) позволил оценить вертикальное распределение и общее содержание озона в атмосфере. Чтобы оценить значение получаемых данных для уточнения прогнозов погоды, выполнены специальные исследования.

А. М. Обухов, А. Е. Башаринов, А. С. Гурвич и С. Т. Егоров (СССР) провели анализ впервые осуществленных на спутнике «Космос-243» измерений микроволнового уходящего излучения. По данным этих измерений можно определить общее содержание водяного пара и жидкой воды в толще атмосферы, различить ледовый покров и открытую поверхность океана, обнаружить зону осадков. О результатах аналогичных измерений с самолета рассказали К. С. Шифрин, Ю. И. Рабинович и Г. Г. Щукин (СССР).

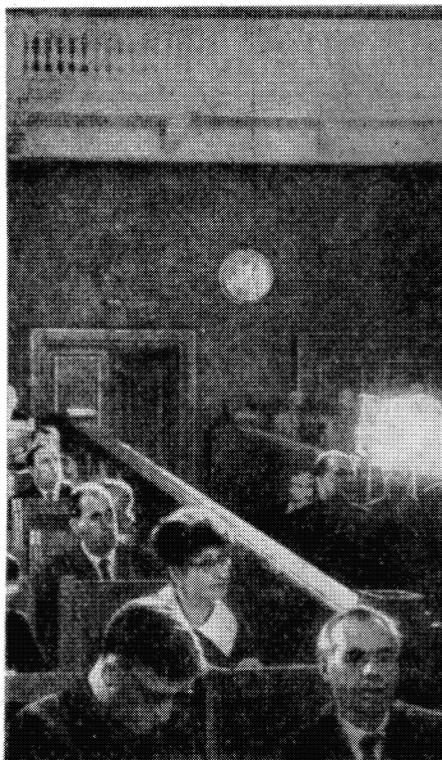
Исследования пространственного

распределения атмосферного аэрозоля связаны с наблюдениями дневного и сумеречного горизонтов Земли во время полетов пилотируемых космических кораблей. Г. В. Розенберг и А. Б. Сандомирский (СССР) подвели итоги изучения коэффициента рассеяния на высотах от 15 до 55 км (фотометрированием фотографий горизонта, полученных на советских пилотируемых космических кораблях). К. Я. Кондратьев, А. А. Бузиков, Б. В. Виноградов, О. И. Смоктий, космонавты Е. В. Хрунов и В. Н. Волков (СССР) обсудили результаты анализа спектров сумеречного горизонта, впервые полученных с космических кораблей «Союз-5 и -7». В этом докладе рассматривались также данные совмещенного подспутникового эксперимента, во время которого одновременно проводились оптические измерения на борту космического корабля «Союз-7» и двух самолетов-лабораторий, находивших-

ся под спутником. Цель эксперимента — получить комплекс оптической информации, позволяющей дифференцировать из космоса различные виды природных образований.

**Радиационные характеристики атмосферы.** Доклады, относящиеся к этой проблеме, содержали, в основном, анализ изменчивости теплового баланса Земли по материалам наблюдений со спутников. Обнаружены существенные количественные расхождения между данными прямых измерений и выполненными ранее теоретическими расчетами. Спутниковые измерения показывают, в частности, увеличенные значения поглощенной солнечной радиации в низких широтах. Следует, однако, заметить, что новые расчеты Д. Лондона и Т. Сасамори (США) лучше согласуются с экспериментом.

О результатах первых прямых измерений солнечной постоянной рассказали К. Я. Кондратьев, Г. А. Ни-



Президент Академии наук СССР М. В. Келдыш приветствует участников сессии

кольский, (СССР), Д. Мэркри и А. Драммонд (США).

Максимальная величина солнечной постоянной, как показали советские ученые, составляет  $1,94 \text{ кал/см}^2$  в минуту и в зависимости от солнечной активности может уменьшаться на 2—2,5%. Вывод о вариациях солнечной постоянной нуждается, одна-

ко, в проверке путем прямых спутниковых измерений.

**Характеристики подстилающей поверхности.** Работы в этом направлении касались проблемы дистанционного определения различных характеристик подстилающей поверхности и облаков (излучательная способность, температура, влажность почвы

и другие). Решение этого вопроса очень важно для метеорологии, но также представляет большой интерес с точки зрения исследований земной поверхности.

*К. И. КОНДРАТЬЕВ*  
член-корреспондент АН СССР

## Межпланетная пылевая среда

Межпланетный метеорный комплекс и зодиакальный свет, взаимодействие метеороидов с Луной, околоземная метеорная среда, модель КОСПАР метеороидной среды — вот некоторые из основных проблем, которым были посвящены заседания Рабочей группы № 3.

Возросший интерес к явлению зодиакального света объясняется тем, что наземные наблюдения его дают возможность получить данные о распределении пылевого вещества в солнечной системе.

Как выяснилось из докладов советских (Т. Н. Назарова, Е. П. Мазец) и зарубежных ученых, сведения о потоке пылевой материи в околоземном пространстве, зарегистрированные датчиками, установленными на спутниках, в ряде случаев противоречивы. В частности, характеристики потоков пылевых частиц вблизи Земли, полученные со спутников «Космос-135 и -163», оказались ниже, чем данные с других спутников.

В погрешностях определения потока пылевых частиц обвиняют, в основном, акустические датчики, которые недостаточно защищены от помех термического, механического и электрического происхождения. Сигналы некоторых датчиков могут быть вызваны не пылевыми частицами, а космическими лучами. Эти погрешности обусловлены калибровкой акустических датчиков. При вычислении потоков по измеренному числу ударов существенно знать, что именно регистрируют датчики: энергию

или количество движения микрометеороида.

Анализ материала, полученного различными датчиками, в особенности датчиками, регистрирующими пробои, позволил ряду авторов получить новые данные о потоке пылевых частиц вблизи Земли. Первоначальные результаты измерений давали завышенные значения потоков. Новые сведения позволили предложить модель распределения пыли в межпланетном пространстве и вблизи Земли, очень хорошо согласующую-

ся с моделью, построенной по наблюдениям зодиакального света.

Непосредственные измерения потока пыли с частицами массой более  $10^{-15} \text{ г}$  и, по-видимому, компактной структуры, не могут дать достаточно полной картины распределения пылевой материи в околоземном пространстве, поскольку акустические датчики не регистрируют более мелкие (например, частицы Айткена) и более хрупкие пористые частицы.

Полная информация может быть получена в результате оптических



*Представитель ООН Абдель Гани зачитывает приветствие*

наблюдений. Такого рода наблюдениям был посвящен доклад академика В. Г. Фесенкова (СССР). Он рассмотрел оптические возможности выявления околоземного пылевого облака. На основании измерений яркости ночного неба В. Г. Фесенков пришел к заключению о существовании околоземного пылевого облака в виде околоземной оболочки, вытянутой к полюсам эклиптики.

В некоторых докладах зарубежных ученых обсуждались материалы прямых сборов пыли в верхней атмосфере и на земной поверхности.

В одном из докладов была рассмотрена возможность определения содержания пыли в верхней атмо-

сфере при помощи фотометрических наблюдений сумерек.

В докладах советских (В. Н. Лебединец, Е. Н. Крамер) и американских ученых сопоставлялись данные, полученные в результате радиолокационных и оптических наблюдений метеоров, с данными прямых измерений потока пыли искусственными спутниками Земли.

Рассматривались результаты измерений потока пыли вблизи Луны, выполненные со спутников на окололунных орбитах. Вблизи Луны в периоды действия некоторых метеорных потоков обнаружено увеличение количества пыли.

Некоторые доклады касались чисто

теоретических проблем. Например, вычислению электрического заряда частиц лунной пыли, которые могут нести потенциал от +5 до +10 в, исследованию воздействия солнечного ветра, галактических и солнечных космических лучей, магнитного поля на пылевые частицы межпланетного пространства.

Влияние этих факторов на орбиты частиц изучено недостаточно. Однако ясно, что при длительном воздействии космических лучей микрометеороиды могут разрушаться.

*Н. Б. ДИВАРИ  
профессор*

## Луна на КОСПАР

Лунные проблемы были предметом многих интересных докладов и оживленных дискуссий на заседаниях Рабочей группы № 7 КОСПАР.

Советские ученые представили данные обработки различных мате-

риалов, полученных станциями «Зонд-3» и серии «Луна» (Ю. Н. Липский, Г. А. Лейкин и другие). Большой популярностью пользовалось новое издание «Полной карты Луны». Советский оргкомитет КОСПАР распро-

стрил более ста комплектов этой карты. Участникам сессии были продемонстрированы некоторые снимки Луны, доставленные на Землю автоматическими станциями «Зонд-6 и -7» (В. Д. Большаков).

Американские ученые доложили о результатах полетов «Аполлона-11 и -12». Особого внимания заслуживают некоторые обобщающие выводы о природе Луны в целом (Г. Лоу, Дж. Вуд, Н. Хиннерс).

Содержание различных химических элементов и изотопов в лунных породах убеждает нас в том, что, по видимому, и в прошлом состав Луны не был аналогичен составу Земли или ее мантии. Поэтому позиции гипотезы о происхождении Луны путем отделения ее от Земли сейчас значительно ослаблены.

Отсутствие летучих элементов и концентрация титана и циркония наводят на мысль, что лунная поверхность претерпела в прошлом разогрев при больших температурах. Исследованные образцы лунной породы несут следы химической дифференциации, происходившей приблизительно 4,6 млрд. лет назад. Этот процесс должен был привести к образованию лунной коры.



*Американский космонавт Н. Армстронг прикрепляет значок советскому космонавту Г. Т. Береговому*

В Море Спокойствия обнаружены светлые и мелкозернистые фрагменты анортозитового состава, по всем признакам являющиеся продуктами выбросов из района материкового типа, который находится в 42 км южнее места сбора образцов. Не исключено, что источником этих выбросов мог оказаться большой кратер Теофил (420 км к югу): один из его лучей просматривается в Море Спокойствия. Тогда с достаточной степенью надежности можно говорить об анортозитовом составе материкового вещества Луны. Общая модель строения лунного шара предполагает наличие анортозитовой коры толщиной 25 км, а под ней — более плотного слоя титанового габбро. В определенном периоде лунной истории существовал слой жидкой подкорковой лавы, поверхностные разливы которой и породили лунные моря.

Пока еще нет общепризнанного мнения о механизме нарушения коры, обеспечившего выход лавы на поверхность. В одном случае этот процесс связывается с падением гигантских метеоритов и планетезималей. Другая версия обращает внимание на многочисленные извилистые борозды в морях — возможно, лавовые трубы. Высказываются различные предположения о силах, побудивших лаву выйти по этим каналам на поверхность. В частности, огромное воздействие могли оказать приливные силы Земли. И если это действительно так, то получает свое объяснение асимметрия в расположении морей на лунной поверхности, которую ударная гипотеза не рассматривает вообще.

В истории Луны ученые выделяют два крупных периода: всеобщий разогрев, сопровождавшийся дифференциацией, и локальные процессы выхода лавы на поверхность. Первый происходил, как указывалось выше, на заре лунной истории, второй — значительно позже. Покров Моря Спокойствия (в районе посадки «Аполлона-11») отвердел около 3,7 млрд. лет назад. Область Океана Бурь (в месте посадки «Аполлона-12») сформировалась примерно на 2 млрд. лет позднее.

Многие признаки свидетельствуют о том, что в последующем формировании поверхности основную роль играли внешние факторы. Даже мельчайшие частицы лунного грунта хранят следы бомбардировки микрометеоритами. Ударные ямки, наблюдаемые на поверхности частиц, достигают размеров 10 мк.

Последствия поверхностной эрозии видны и на более крупных камнях и фрагментах грунта. Некоторые частицы верхнего слоя — реголита могут оказаться вулканическим шлаком, но их доля весьма незначительна.

В одном из докладов (Л. Джаффи) было замечено, что лунная поверхность — не музей, как обычно думают. За свою историю она подвергалась многократной переработке. В результате образовался комплекс, по сложности сравнимый с геологической структурой Земли. Свидетельства ранней истории солнечной системы, которые могла бы хранить лунная поверхность, давно исчезли в процессе последующей интенсивной переработки покрова Луны.

*В. В. ШЕВЧЕНКО*  
кандидат  
физико-математических наук

## Исследования Венеры

Чем глубже наши знания о природе Венеры, тем больше загадок преподносит нам эта планета. Даже вопросы, казавшиеся совершенно ясными три — четыре года назад, тре-

буют нового толкования в свете последних данных.

На заседании рабочей группы № 7 КОСПАР (Луна и планеты) семь докладов были посвящены изучению



*Президент КОСПАР Морис Руэ на заседании исполкома КОСПАР*

Венеры; шесть из них сделали советские ученые. Докладчики представили данные непосредственных измерений в атмосфере планеты советских автоматических межпланетных станций «Венера-5 и -6», выводы, основанные на этих измерениях, а также результаты применения наземных методов (в основном радиоастрономических).

О распределении температуры и давления в атмосфере Венеры рассказали В. С. Авдеевский, М. Я. Маров и М. К. Рождественский (СССР). Станции «Венера-5 и -6» опустились на ночной стороне планеты незадолго до рассвета, в 2700 км от утреннего терминатора. Измерения показали, что давление и температура атмосферы с высотой изменяются почти по адиабатическому закону, причем градиент температуры составляет 8,0—8,6 град/км. Если этот градиент сохраняет свое значение до самой поверхности, то ее температура должна быть  $770 \pm 60^\circ \text{K}$ , если же ближе к планете градиент температуры постепенно падает до нуля, то температура ее поверхности будет равна  $685 \pm 50^\circ \text{K}$ . Соответственно и давление у поверхности дол-

жно быть в первом случае 100 атм, во втором 110 атм с возможной ошибкой  $\pm 40$  атм.

Докладчики построили модель атмосферы Венеры и для больших высот, используя измерения «Маринера-5», данные Ж. Вокулера по покрытию Регула Венерой и исследования В. Г. Курта по верхней, водородной атмосфере планеты\*. С учетом этих данных уровень мезопаузы (где температура атмосферы достигает минимальных значений,  $190\text{--}200^\circ \text{K}$ ) расположен на высоте 105 км. Выше температура растет примерно до 230 км (термопауза), где она снова достигает значения  $650^\circ \text{K}$ , и далее остается постоянной.

Облачный слой, видимо, состоит из ледяных кристаллов, а его нижняя граница приходится на высоту около 60 км. Толщина облаков 8—10 км (результаты основаны на измерениях содержания водяного пара межпланетными станциями «Венера»). Относительно большое содержание

\* См. В. Г. Курт. Современные представления об атмосфере Венеры. «Земля и Вселенная», № 1, 1969 г. (Прим. ред.)

водяного пара (около 1%) оказалось на высоте 56 км. Ниже оно значительно уменьшалось. Почему? Дать ответ попытались А. П. Виноградов, Ю. А. Сурков с соавторами (СССР). По их мнению, этот результат можно истолковать как указание на ослабление перемешивания в атмосфере Венеры на высоте 20—40 км и увеличение перемешивания по мере приближения к облачному слою. Возможным механизмом поглощения водяного пара они считают окислительные аммиака с образованием аммонийных соединений типа  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Аммонийные облака, более плотные, чем водяные, лучше согласовать с радиоастрономическими наблюдениями. Что касается воды, то ее среднее содержание (по всей атмосфере Венеры) не превышает 0,05%.

Этот доклад вызвал оживленную дискуссию. Идея о том, что облака Венеры состоят из аммония (очень близкая к гипотезе Дж. Койпера, согласно которой облака состоят из хлористого аммония), не встретила поддержки со стороны большинства выступавших. В. И. Мороз (СССР) отметил, что в адиабатической атмосфере при температурах выше  $350^\circ \text{K}$  должно быть перемешивание. А главное, спектральных признаков аммиака и его соединений в спектре Венеры не обнаружено.

Советские ученые А. Д. Кузьмин, Ю. Н. Ветухновская и другие на основе данных о радиояркостной температуре Венеры в диапазоне волн 0,3—21 см, а также на основе сведений о поляризации радиоизлучения планеты и об изменении коэффициента отражения радиоволн с длиной волны, построили две модели атмосферы Венеры: адиабатическую — с содержанием воды 0,5% и адиабатически-изотермическую — с уменьшением влажности у поверхности до нуля. Обе модели мало отличаются от результатов прямых измерений. Однако температуры у поверхности (а для первой модели — и давление) получились ниже, а именно: температура  $700 \pm 50^\circ$  и  $650^\circ \text{K}$ , давление  $65 \pm 20$  и  $100 \pm 20$  атм, соответственно.

О. Н. Ржига (СССР), учитывая поглощение радиоволн нижней атмо-



Американский ученый Г. Фридман выступает на XIII сессии КОСПАР

сферой Венеры, пришел к выводу, что нижний слой, по крайней мере до уровня 10 км, должен быть изотермическим. Возможна даже инверсия температуры, тогда поверхность планеты окажется на  $100^\circ$  холоднее, чем самый горячий слой ее атмосферы.

Чехословацкий астроном Ф. Линк использовал измерения космических аппаратов «Венера-5» и «Маринер-5» для определения некоторых оптических свойств атмосферы Венеры (коэффициент преломления, оптическая толща и другие). Это необходимо для правильного понимания, например, «явления Ломоносова» при прохождении Венеры по диску Солнца, покрытия ею звезд, удлинения рогов серпа и т. д.

М. А. Колосов, О. И. Яковлев и А. И. Ефимов (СССР) выдвинули гипотезу о существовании на высоте 47 км турбулентного слоя, о чем свидетельствуют неглубокие замирания радиоволн (в диапазоне 30 см), подававшихся спускаемыми аппаратами станций «Венера-4, -5 и -6». Подобная турбулентность может возникнуть при сравнительно небольших ( $6-12^\circ$ ) инверсиях температуры.

Проблема циркуляции в атмосфере Венеры обсуждалась в докладе А. М. Обухова и Г. С. Голицына (СССР). Температуры на дневной и ночной сторонах планеты, а также на экваторе и полюсах различаются очень мало (на несколько градусов). Поэтому трудно сказать, как направлена циркуляция в нижних слоях атмосферы планеты. Докладчики установили общие закономерности циркуляции атмосфер планет, применимые также к Земле и Марсу.

С другой точки зрения подошли к этой проблеме В. С. Авдеевский, М. Я. Маров и М. К. Рождественский. Решая задачу переноса лучистой энергии в атмосфере Венеры, они заключили, что лучистые потоки уменьшаются к поверхности планеты. Ниже 30—40 км перенос тепла осуществляется либо за счет естественной конвекции, либо за счет реализации так называемой модели глубокой циркуляции Гуди — Робинсона.

*В. А. БРОНШТЭЙН  
кандидат физико-математических наук*

Сессия КОСПАР убедительно показала, как велика роль космических экспериментов для изучения нашей Земли, окружающего ее космического пространства, а также для исследования других планет солнечной системы. Большинство докладов, прочитанных на заседаниях Рабочей группы № 7 (Луна и планеты), посвящалось изучению Луны и Марса.

Марс — планета, облик которой хотя и теряет свою загадочность, все еще остается объектом оживленных дискуссий. Ученые тщательно готовятся к новому штурму планеты в период ее великого противостояния в 1971 г. и анализируют добытые сведения, чтобы новые наблюдения оказались наиболее эффективными.

Одним из наиболее важных результатов являются, на мой взгляд, данные о содержании азота в марсианской атмосфере. До последнего времени считали, что азот в атмосфере Марса по своему обилию занимает, по крайней мере, второе место после углекислого газа. Но теперь выяснилось, что его там не более 1%.

Известный американский астроном К. Саган привел в своем сообщении верхние пределы содержания в марсианской атмосфере таких газов, как  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $NO_2$  и  $NO$ . Хотя количество их, в общем, ничтожно, оценка содержания  $NO_2$  заслуживает особого внимания. Приведенный К. Саганом верхний предел  $NO_2$  ( $3 \cdot 10^{-2}$  см · атм.) хорошо согласуется с последними оценками, полученными по наземным наблюдениям. Раньше верхний предел  $NO_2$  оценивался в 2—5 см · атм. Эта величина позволяла объяснить наблюдаемый спад альbedo Марса к фиолетовому концу спектра. Недавно в Главной астрономической обсерватории АН СССР А. Р. Гайдук провел новые измерения спектрограмм Марса в области полос  $NO_2$  3910, 4350, 4482 Å. Осторожная оценка показала верхний предел содержания  $NO_2$  равным около 1 мм · атм. Ранее К. Саган показал, что уже 2 мм · атм обеспе-

чивают спектральный ход отражательной способности Марса. Данные измерений свидетельствуют, что  $NO_2$  не может быть причиной довольно резкого спада альbedo Марса к коротковолновому концу спектра. Впрочем, последние сведения об оптической толще марсианской атмосферы и атмосферном давлении показывают, что цвет Марса, скорее всего, определяется цветом поверхности планеты. В то же время все большая роль в наблюдающихся на Марсе явлениях отводится углекислому газу, содержание которого в марсианской атмосфере значительно.

Согласно измерениям «Маринера-7», температура в полярных областях Марса составляет 140—150° К. При такой температуре и атмосферном давлении 6—8 мб  $CO_2$  замерзает и, следовательно, полярные шапки могут состоять из замерзшей углекислоты. Но считать вопрос о природе полярных шапок Марса окончательно решенным преждевременно. Не ясно, например, как согласовать природу шапок с хорошо известным эффектом распространения волны потемнения марсианских морей к экватору в период быстрого таяния шапок. Нелегко согласовать и спектральный ход инфракрасного альbedo замерзшей углекислоты и марсианских полярных шапок. В атмосфере Марса обнаружен водяной пар, хотя и в малом количестве, но соответствующие измерения относятся, главным образом, ко всей планете в целом, а не к отдельным ее областям, и не всегда к тем сезонным периодам, когда можно ожидать максимального «увлажнения» марсианской атмосферы. На мой взгляд, гипотеза о составе полярных шапок из обыкновенного снега еще может конкурировать с гипотезой содержания в них замерзшей углекислоты.

«Маринеры-6 и -7» не обнаружили атмосферной дымки Марса. При наблюдениях с Земли она хорошо видна в фиолетовых лучах и проявляется в вариациях контраста мате-

рики — моря. Следует все же согласиться с тем, что содержание аэрозолей в атмосфере Марса значительно. На это указывают часто наблюдающиеся на Марсе фиолетовые облака, которые, несомненно, состоят из скопления аэрозольных частиц. Согласно расчетам А. Клеора, в условиях Марса  $\text{CO}_2$  может кристаллизоваться на дневной стороне планеты на высотах 18—38 км (в зависимости от ареографической широты). Конечно, однородная атмосферная дымка и фиолетовые облака вполне могут состоять из кристаллов  $\text{CO}_2$ , но такой эффект могут дать и кристаллы  $\text{H}_2\text{O}$ .

После полета «Маринера-4» стало очевидным, что поверхность Марса, как и поверхность Луны, покрыта многочисленными кратерами диаметром от нескольких километров (т. е. от наименьших разрешимых на снимках) до нескольких сот километров. «Маринеры-6 и -7» показали, что в зоне обзора поверхности Марса различаются три типа областей с различными характерами рельефа: более или менее ровные участки с кратерами (Sinus Meridiani), области без кратеров (Hellas), области хаотического рельефа, напоминающие рельеф лунных материков. Кратеры есть и в полярных областях.

Инфракрасный спектрометр, установленный на «Маринере-7», сканировал поверхность Марса в инфракрасных полосах  $\text{CO}_2$ . На основе полученных данных была построена качественная топографическая карта отдельных областей планеты. Перепад высот на Марсе в изучаемых областях достигает 10 км. Эти данные согласуются с наземными радиолокационными наблюдениями. Весьма любопытно, что одно из наиболее светлых образований поверхности Марса — Hellas (круглое образование диаметром около 250 км) — впадина (3—5 км ниже среднего уровня), лишенная кратеров. Возникает вопрос: не засыпан ли этот «бассейн» мелкой пылью? Ведь различия альbedo отдельных областей можно объяснить разной степенью раздробленности одного и того же вещества.

Точные топографические карты

Марса с высоким разрешением — дело будущих космических экспериментов, но соответствующие наземные наблюдения в 1971 г. должны быть также в центре нашего внимания. Необходимо использовать технику инфракрасных измерений в сочетании с телескопическими наблюдениями. Нужно также использовать средства радиолокации для топографического просмотра вдоль широты  $15^\circ$  южного полушария (в период противостояния 1971 г. Южный полюс Марса будет наклонен к земному наблюдателю примерно на  $15^\circ$ ). Наконец, есть интересные идеи использования поляризационных наблюдений, которые дадут возможность получить данные по топографии и по высотному распределению аэрозоля в марсианской атмосфере.

В 1968 г. мною была высказана гипотеза о том, что марсианские моря расположены на несколько километров ниже материков. При таком предположении легко объясняются наблюдавшиеся фотометрические уменьшения контрастов материк — море к фиолетовому концу спектра и вариации фиолетовых контрастов (прояснения фиолетового слоя атмосферы). К сожалению, новые данные топографии не показывают четкой корреляции уровней с видимым альbedo образований Марса, следовательно, ряд фотометрических особенностей планеты продолжает оставаться необъясненным.

И. К. КОВАЛЬ  
доктор физико-математических наук

## Внеатмосферная астрономия на КОСПАР

Рабочая группа № 3 в числе прочих вопросов рассматривала результаты галактических и внегалактических астрономических измерений из космоса в ультрафиолетовом, рентгеновском и  $\gamma$ -диапазонах длин волн, а также данные измерений спектров галактических космических лучей.

Интересные сведения об ультрафиолетовом излучении звезд для длин волн от 1100 Å и больше получены Орбитальной астрономической обсерваторией, запущенной 7 декабря 1968 г. Доклад об этом эксперименте сделал А. Код (США).

Наблюдения со спутника ОАО II газовых туманностей, самого яркого квазара 3С 273 и галактик показали, что звезды спектральных классов, более ранних, чем В1, имеют температуру выше, нежели считалось прежде, т. е. излучают в ультрафиолете больше, чем предполагалось. Полученные данные помогут согласовать наблюдаемую светимость и термоядерную энергию, которая вырабатывается в звездах этих спектральных классов. Линии поглощения в спектрах звезд подтверждают раз-

личия в их химическом составе. Сверхгиганты поздних спектральных классов также излучают в ультрафиолете больше, чем ожидалось, в хромосферах сверхгигантов присутствуют сильные эмиссионные линии.

Спектральное поглощение многих звезд в линии нейтрального водорода  $L_\alpha$  (1216 Å) позволило установить распределение нейтрального водорода в межзвездной среде. Выявлена корреляция между распределением нейтрального водорода и натрия.

Интересные сведения о межзвездном поглощении получены при изучении различных по показателю цвета спектров звезд одинаковых спектральных классов. Максимум межзвездного поглощения приходится на длину волны 2200 Å. Это предполагали и раньше, допуская, что в межзвездной пыли есть графитовые зерна.

Неожиданным оказался спектр излучения ядра галактики М 31 (туманность Андромеды), показывающий аномально большой поток на волнах

короче 2700 Å. Аналогичный спектр излучения и у галактики М 33. Если избыток ультрафиолетового излучения характерен для галактик, то далекие галактики расположены дальше, чем считалось прежде, и шкала галактических расстояний должна быть увеличена. Этот результат очень важен для космологии.

В. Г. Курт и А. С. Смирнов (СССР) доложили о результатах ультрафиолетовых измерений, проведенных автоматическими межпланетными станциями «Венера-5 и -6» в диапазонах длин волн 1050—1180 Å, 1050—1340 Å, 1225—1340 Å.

Результаты измерения спектров горячих звезд спектральных классов O5—A5 согласуются со спектром, рассчитанным американскими учеными Т. Адамсом и Д. Мортонем. После обработки данных стало ясно, что суммарная интенсивность излучения звезд в далекой ультрафиолетовой области спектра зависит от величины поля зрения приемника. Эксперимент подтвердил зависимость интенсивности регистрируемого излучения от величины поля зрения приемника для различных областей неба. Такая зависимость важна для планирования измерений излучения межгалактического газа. Подобные измерения позволят определить среднюю плотность материи во Вселенной, что имеет решающее значение для космологии.

О наблюдениях со станций «Маринер-6 и -7» рассказал Ч. Барт (США). Результаты наблюдений этих станций, а также «Венеры-5 и -6» свидетельствуют, что излучение в резонансной линии нейтрального водорода  $L_{\alpha}$  не имеет изотропного характера и меняется как с галактической широтой, так и с долготой. В ходе дискуссии обсуждались различные механизмы происхождения  $L_{\alpha}$ -излучения в космическом пространстве.

Японские астрономы измерили распределение диффузного мягкого рентгеновского излучения в космическом пространстве и определили галактическую компоненту излучения. Японские ученые обнаружили новый дискретный рентгеновский источник в созвездии Центавра. Источ-

ник, наблюдавшийся с двух ракет и с аэростата, появился между 6 и 9 июля 1969 г. и исчез в конце сентября того же года. Наблюдался он и американским спутником «Вела».

Несколько сообщений посвящалось измерениям космических лучей.

В частности, Н. Л. Григоров, И. Д. Рапопорт, И. А. Савенко и В. Е. Нестеров (СССР) представили данные об энергетическом спектре космических лучей (до энергии  $10^{15}$  эв).

А. С. С М И Р Н О В

## Обсуждение проблемы космической биологии и медицины

В состав КОСПАР входит рабочая группа № 5, которая призвана координировать исследования в области космической биологии и медицины, рассматривать итоги экспериментов в космосе, способствовать перспективным исследованиям в области космической биологии и медицины.

На открытых заседаниях этой группы был заслушан и обсужден ряд докладов по следующим темам: микробиологическая экология пилотируемых космических полетов, биологические исследования в космосе, экзобиология и происхождение жизни, стерилизация и карантин. Заседания происходили под председательством академиков В. В. Парина, А. А. Имшенецкого, профессоров Ю. Г. Григорьева, П. В. Симонова (СССР); В. Вишняка, П. Кембелла (США) и З. Хедена (Швеция).

Теме «Иммунитет и микробиологическая флора в условиях длительного полета человека» было посвящено 15 докладов (12 докладов сделали советские ученые и 3 — американские).

Профессор Г. Гинзберг (США) изложил современное состояние науки о механизмах иммунитета. Защитные механизмы и иммунные системы предохраняют человека в космосе от эндогенных микроорганизмов и от активирующей «дремлющей» инфекции. Самые неблагоприятные факторы во время длительных космических полетов: продолжительная невесомость, космическая радиация, необычные условия среды, связанные с пребыванием в герметически зам-

кнутой кабине малого объема, и постоянные эмоциональные нагрузки. Чтобы обезвредить действие этих факторов на организм, необходимо подробно изучать эффекты, которые при продолжительном пребывании в космосе будут оказывать влияние на защитные механизмы.

Ю. Г. Нефедов, В. М. Шилов, И. В. Константинова, С. Н. Залогев (СССР) суммировали экспериментальные данные, показывающие существенные изменения микробной флоры среды обитания и сдвиги в составе нормальной аутомикрофлоры организма в условиях длительного пребывания человека в герметически замкнутом объеме. Авторы обратили внимание на то, что у космонавтов при возвращении на Землю или при смене экипажей на длительно действующих космических станциях могут возникнуть тяжелые реакции типа «микробного шока». Снижение сопротивляемости организма к инфекции может наступить, например, в результате длительного воздействия невесомости, космической радиации, психической нагрузки и других факторов.

Большой интерес вызвал доклад Л. Фокса (США) о результатах микробиологических исследований до и после полета космических кораблей «Джеминай» и «Аполлон». Обнаружено, что в космическом корабле между членами экипажа происходит обмен микробами; установлено, что с увеличением количества микроорганизмов уменьшается число их видов.

Профессор Э. Кесс (США) считает, что основные источники инфекции человека — это верхние дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт и кожный покров. С целью стабилизации кишечной микрофлоры он предложил использовать идею И. И. Мечникова о возможности и целесообразности направленного изменения кишечной флоры, вводя в желудочно-кишечный тракт молочнокислые бактерии. Однако, чтобы выявить механизм приживания микроорганизмов, требуются дальнейшие исследования.

В. М. Шилов и другие ученые представили результаты микробиологических исследований, полученные в процессе проведения годового медико-технического эксперимента в СССР. Установлено, что длительное пребывание человека в гермокамере приводит к неблагоприятным сдвигам в составе кишечной микрофлоры и к ее упрощению.

В докладе А. Н. Божко (СССР), который принимал непосредственное участие в годовом эксперименте как ученый-исследователь, рассматривались экспериментальные данные микрофлоры субстрата оранжереи и вегетирующих растений. При подключении оранжереи к жилому отсеку значительное количество микроорганизмов оранжереи вошло в общий баланс микрофлоры всего герметичного объекта. Микрофлора растений попала на кожный покров, дыхательные пути, слизистую оболочку, желудочно-кишечный тракт испытуемых.

Д. Меехана (США) рассказал о физиологической интерпретации результатов, полученных на «Биоспутнике III». 28 июня 1969 г. на борту специализированного биологического спутника в космическое пространство отправили обезьяну. Запуск предшествовала пятилетняя подготовка. На девятые сутки полета состояние обезьяны резко ухудшилось. Запланированный на 30 суток полет пришлось прервать. Через 16 часов после посадки обезьяна погибла. Исследования позволяют предположить, что необычные вестибулярные



*Ученый-исследователь А. Н. Божко в «космической» оранжерее во время годового медико-технического эксперимента*

восприятия животного и постоянное влияние условий полета привели к нарушениям центральных нервных механизмов, регулирующих, прежде всего, солевой и водный обмен. Значительно изменилась функция почек, организм потерял огромное количество солей.

В докладах советских ученых Н. Н. Жукова-Вережникова, Е. Н. Ваулиной, Н. Л. Делоне и других были изложены результаты, полученные на автоматических межпланетных станциях «Зонд-5, -6 и -7». Во время полетов проводились эксперименты над микроорганизмами, культурами клеток человека, хлореллой и высшими растениями.

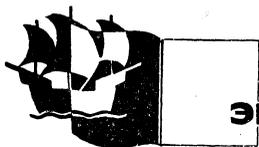
По проблеме «Экзобиология, возникновение жизни, стерилизация и карантин» было заслушано 12 докладов. Советские ученые предложили несколько методических подходов к обнаружению внеземной цивилизации (А. А. Имшенецкий, Л. И. Мухин, А. Б. Рубин и другие). Разработан метод определения жизнедеятельности микроорганизмов по регистрации мягкого  $\beta$ -излучения алмазными детекторами.

Дж. Хэмфри, Е. Арнольд и В. Вишняк (США) доложили о результатах стерилизации и карантина при изучении образцов, полученных с Луны.

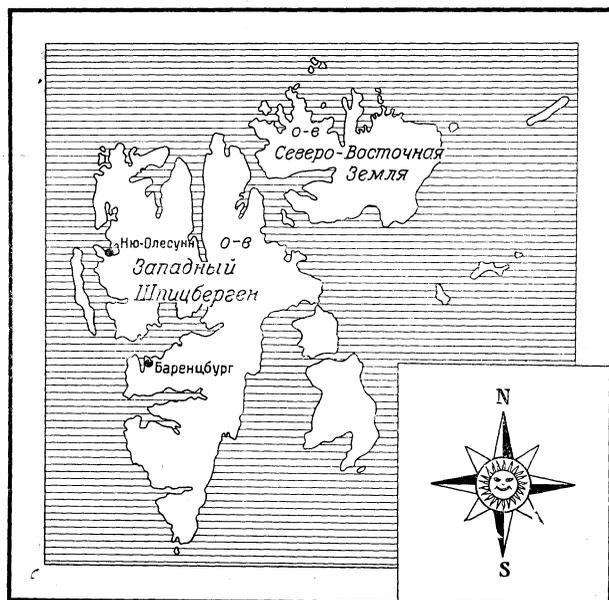
С научными сообщениями выступили летчики-космонавты СССР Е. В. Хрунов и В. Н. Волков и космонавт США Н. Армстронг. В своем докладе и ответах на вопросы Армстронг обратил внимание на быструю адаптацию человека к условиям пребывания на Луне. Он подробно рассказал о способах передвижения по поверхности Луны\*, об эмоциональном восприятии космонавтами лунной обстановки. Сообщил также, что специальной противорадиационной защиты на корабле «Аполлон-11» не было. В случае радиационноопасных солнечных вспышек космонавты должны находиться в кабине лунного отсека.

*Ю. Г. ГРИГОРЬЕВ*  
профессор

\* См. «Земля и Вселенная», № 5, 1970 г., стр. 30. (Прим. ред.)



**ЭКСПЕДИЦИИ**



**По  
следам  
полярных  
экспедиций**

В 1965—1967 гг. на полярном архипелаге Шпицберген работала первая советская гляциологическая экспедиция Института географии АН СССР. В составе экспедиции гляциологи — сотрудники этого института: Е. М. Зингер (начальник экспедиции), Л. С. Троицкий, В. С. Корякин, В. А. Маркин, В. И. Михалев. Ученые обследовали ледники на огромной территории; проводили стационарные и маршрутные наблюдения; изучали климатические условия существования, питание и бюджет массы

ледников; современные колебания их границ... «Оледенение Шпицбергена» — так будет называться научная книга гляциологов. А пока познакомьтесь с очерком Е. М. Зингера, в котором он делится впечатлениями о пребывании в Кингсбее — удивительном уголке северо-западного Шпицбергена, что хранит в памяти много имен известных полярных исследователей; о встречах с коллегами из Франции, Норвегии и других стран; о полярных буднях.

Прохладным июньским днем 1966 г. два красных вертолета «МИ-4» поднялись над Баренцбурггом и взяли курс на северо-запад Шпицбергена, к знаменитому Королевскому заливу Кингсбей, или Конгс-фьорд.

За четверть часа могучие винтокрылы перемахнули через широкий Ледяной залив — крупнейший фьорд норвежского полярного архипелага. Теперь под нами тянулась западная кромка Земли Оскара II. Слева, за проливом Форлансуннет, виднелся длинный и узкий гористый остров — Земля Принца Карла. В местах, где фьорды пропилили скалистое побережье и разорвали горные цепи, пилоты срезали путь.

Показался полуостров Брёггер, а за ним — сомкнувшиеся своими широкими горлами два брата-фьорда — Королевский и Кросс-фьорд. Их четко обрамляют остроконечные заснеженные горы, столь характерные для запада Шпицбергена.

Огибаем овал Брёггера и летим на восток вдоль южного побережья Кингсбея. Все жадно всматриваются в сторону показавшегося поселка. Длинный пирс далеко шагнул в фьорд. На другом берегу когда-то находился крохотный поселок Новый Лондон. Столь громкое название он получил в начале века, когда одна британская компания занялась разработкой богатых залежей мрамора... и «прогорела». Ныне лишь куски мрамора, да домики бывших владений неудачников напоминают о том далеком времени... Вдали, за группой островков, широкие ледяные «реки» обтекают отвесный выступ огромной лобастой горы — нунатака. Многоэтажной фронтальной стеной, испещренной трещинами, низвергаются они в фьорд. Среди голубовато-зеленоватых ледников выделяются три пирамидальных исполина Тре Крунур (Три короны). Похожие друг на друга горы-близнецы Свеа, Нора и Дана своими названиями символизируют Швецию, Норвегию и Данию.

Ню-Олесунн с воздуха напоминает поле, усеянное десятками ярких крупных цветов. На самом деле — это аккуратные домики: красные, синие, оранжевые, белые, коричневые.

Между окраиной поселка и прилегающими к нему горами торчит черный конус террикона. Еще несколько лет назад здесь находился самый северный на Земле угольный рудник, принадлежавший норвежскому государству. Но из-за частых обвалов его закрыли. Опустел заполярный шахтерский городок...

Отчаянный вираж... и мимо проплывает высокая треугольная мачта. Еще один крутой вираж — вертолет переваливает через крышу длинного двухэтажного барака и зависает между домами. На мгновение иллюминаторы тонут в обильной пыли, поднятой с земли. Выключен двигатель. Постепенно стихает надоевший оглушительный шум и свист. Борт-механик привычным движением открывает дверь.

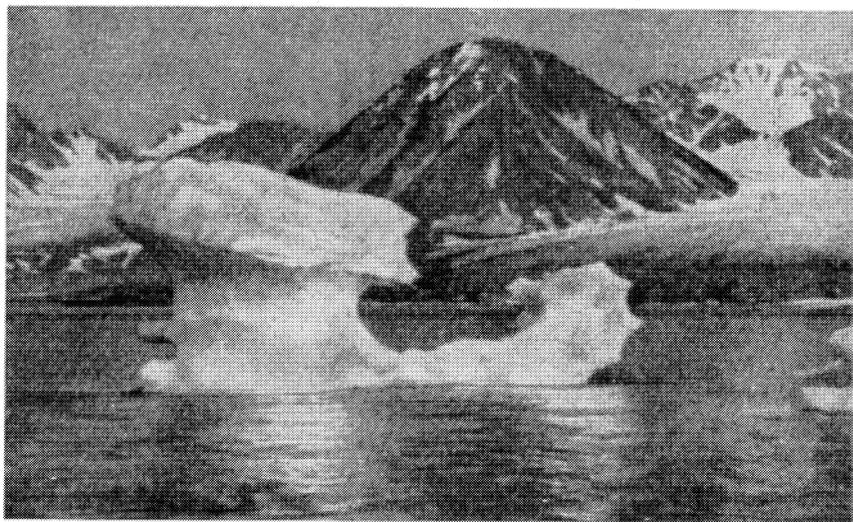
Выходим на центральную площадь Ню-Олесунна. Располагаемся возле скандинавского дома цвета темной охры. Курильщики дружно достают сигареты и трубки. В полете они были лишены этого удовольствия, так как рядом находилась полутонная бочка с бензином... Первое впечатление, что поселок вымер. Но вдруг откуда-то появились большие добродушные псы, вскоре подошли и люди. Наши друзья-вертолетчики торо-



*Уютный деревянный дом, где жил Руал Амундсен во время подготовки к высадке на полюс. Сейчас в этом добротном здании устроен госпиталь*

пятся на базу: вечером в баренцбургском клубе новый фильм, недавно привезенный с материка. Нас приглашают осмотреть дом, предназначенный для советской экспедиции. Теперь можно выбрать комнаты для жилья и, конечно, скорее приготовить долгожданный обед. Потом надо выкроить время для экскурсии по историческим местам Кингсбея. История очень близкая нам.

...Апрель 1925 г. Морские суда доставили из Норвегии в Кингсбей две



*На водной глади фьордов, свободной от ледяного покрова, дрейфуют сотни больших и малых «парусников» — айсбергов причудливой формы. Некоторые из них вовсе не движутся: дремлют, сидя на мели*

летающие лодки типа «Дорнье-Валь». Вместе с ними прибыли и участники воздушной экспедиции во главе с прославленным полярным исследователем Руалом Амундсеном. Их задачей было «проникнуть как можно дальше в неисследованную область между Шпицбергенем и полюсом и выяснить, что там находится или чего там нет». Только 21 мая Амундсен, Элсуорт, Рисер-Ларсен, Дитрихсон, Омдаль и Фойхт смогли стартовать со льда залива. С этого момента сведений о них не было: гидропланы не имели радиостанций.

Сначала они летели вдоль побережья. У самой северо-западной оконечности Шпицбергена их окутал гу-

стой туман. А когда он рассеялся, под самолетами засверкал сплошной лед без разводий. В ночь на 22 мая показалась полынья. Чтобы провести необходимые наблюдения, было решено воспользоваться первой возможностью для посадки. Но во время спуска во флагманской машине неожиданно начались неполадки. Тяжело нагруженная «летающая лодка» вынуждена была сесть между торчавшими торосами в ближайший узкий рукав, набитый мелким льдом и «салом». Следовавший вторым «Дорнье-Валь» опустился в нескольких километрах на другую маленькую полынью. Амундсен и его товарищи определили, что до заветной

цели оставалось меньше двух часов полета. Они находились примерно в двух градусах от полюса.

Смелчакам потребовался почти целый месяц сверхчеловеческих усилий, чтобы взлететь на одном гидроплане. На обратном пути, когда показался мыс Нордкап — северная оконечность Северо-Восточной Земли, в баках самолета осталось всего 100 литров бензина, да к тому же обнаружилась неисправность рулевых приводов. Спуск на воду оказался неизбежным.

Несмотря на сильное волнение и ветер, первый пилот Ялмар Рисер-Ларсен мастерски осуществил вынужденную посадку. Только экипаж



*Новый Олесунн (Ню-Олесунн). Свое название поселок получил в честь рыбацкого городка Олесунна («Залив угря»), расположенного в Северной Норвегии. Ню-Олесунну суждено было сыграть исключительную роль в истории завоевания Арктики на протяжении нескольких лет. Этот небольшой шахтерский городок в 1925—1928 гг. служил своеобразными воздушными воротами Северного полюса*

выбрался на берег, чтобы приготовить еду, как вдруг раздался крик: «Смотрите, корабли!». Вскоре грязные, обросшие люди были на борту норвежского рыбацкого суденышка «Морская жизнь». Появление в Королевском фьорде «воскресших из мертвых» было встречено всеми обитателями городка с необычайной радостью и энтузиазмом.

...Май 1926 г. Командор американского военно-морского флота Ричард Бэрд (в будущем известный полярный исследователь, руководитель четырех антарктических экспедиций) с пилотом Флойдом Беннетом впервые в истории проносится над Северным полюсом. Их «Фоккер» стартовал и без промежуточной посадки финишировал в Нью-Олесунне. После возвращения Бэрда его поздравил Руал Амундсен. В те же дни, в том же Кингсбее, все тот же упорный и вдумчивый норвежский «капитан льдов» готовился к новому выдающемуся полету через Северный полюс в Америку на дирижабле «Норге» («Норвегия»), построенном в Италии.

Как и в 1925 г., экспедицию Амундсена финансировал американский капиталист Линкольн Элсуорт, участвовавший в качестве навигатора в обоих опасных перелетах. Капитаном и водителем «Норвегии» был приглашен ее конструктор и строитель итальянский полковник Умберто Нобиле. Его помощником и помощником начальника экспедиции стал премьер-лейтенант норвежского королевского флота Ялмар Рисер-Ларсен.

Зимой 1925—1926 гг. в полярную ночь, на восточной окраине Нью-Олесунна были сооружены специальная 40-метровая причальная мачта и огромный эллинг длиной 110, шириной 34 и высотой 30 м. Такого ангара до тех пор еще нигде не возводили. Весной 1926 г. на берегу Кингсбея возникла самая северная в мире станция воздушных кораблей!

Утром 11 мая 1926 г. «Норвегия» поднялась над фьордом и направилась к северной макушке Земли. На следующий день дирижабль описал небольшой круг над полюсом, продолжил свой маршрут дальше уже в западном полушарии и через 46 ча-



*Ледник Восточный Ловен. Здесь работают французские гляциологи*

сов 20 минут достиг Америки. Северный Ледовитый океан был пересечен. В восемь часов утра 14 мая дирижабль благополучно опустился на Аляске около маленького города Теллер.

Так закончился первый перелет через Северный полюс с одного материка на другой, и, как заметил Амундсен, «при этом ни один волос не упал ни с чьей головы»...

Вскоре после полета на «Норвегии» Умберто Нобиле разработал проект воздушной экспедиции в Центральную Арктику.

Экспедиция представляла научный интерес. В ней должны были принять участие видные ученые — шведский метеоролог доктор Мальмгрен, итальянский физик профессор Понтремоли и чешский геофизик профессор Бегоунек (ныне академик). Они намечали выполнить большую программу по изучению Арктики: совершить полет на Северную Землю и Северный полюс и высадиться там для проведения научных наблюдений. Предполагалось также обследовать северное побережье Гренландии и Канадского Арктического архипелага. (Здесь уместно заметить, что предприятие это было чисто итальянским,

проводившимся без амундсеновской тщательности в подготовке.)

В середине апреля 1928 г. дирижабль «Италия» отправился из Милана и 5 мая прибыл на свою последнюю береговую базу в Нью-Олесунн. Первый арктический полет сорвался из-за неблагоприятных условий погоды. Во втором рейсе Нобиле совершил полет к Земле Франца-Иосифа, а оттуда — к берегам Северной Земли. Находясь поблизости от этого архипелага, «Италия» все же не смогла подойти к нему. Сильнейший туман и ветер заставили повернуть к Новой Земле. Через 70 часов дирижабль возвратился на Шпицберген, покрыв расстояние 4000 км над Арктикой.

Участники третьего полета, оказавшего роковым, надеялись достичь Северного полюса, а также провести океанографические и другие научные исследования. Помимо Нобиле и трех ученых в экспедиции было одиннадцать членов команды и один журналист — всего шестнадцать человек.

«Италия» стартовала рано утром 24 мая. Сначала курс был взят в сторону Гренландии, а оттуда — к Северному полюсу. На следующее утро дирижабль два часа кружил над ме-



*Высадка советских гляциологов на ледоразделе ледникового плато Хольтедаля (район Королевского фьорда) в 1967 г. Чтобы не провалиться в рыхлый снег, пилот вертолета не выключает двигатель (верхний снимок). На нехоженном снегу, покрывающем ледник, выросли палатки гляциологов. Научная станция «Плато Хольтедаля» начала действовать... Гляциологи уходят в первый снегомерный маршрут (нижний снимок)*

стом, в котором сходятся все географические меридианы, но погода не позволила высадиться. Тогда Нобиле отдал приказ о возвращении в Нью-Олесунн.

На обратном пути дирижабль попал в низкую облачность и туман. Так летели долгих 30 часов, не зная своего местонахождения. Затем начались неполадки, которые удалось устранить, и «Италия» продолжала полет на юг.

Утром 25 мая при подходе к Шпицбергену воздушный корабль неожиданно стал падать со скоростью полметра в секунду. Предотвратить надвигающуюся катастрофу не удалось.

При ударе об лед оборвалась гондола, в которой находились Нобиле и еще девять участников экспедиции. Один человек погиб, а трое получили ранения. Облегченный корабль с шестью итальянцами унесло в восточном направлении. Их судьба осталась неизвестной.

К счастью, на лед выпало продовольствие и полевая радиостанция, а также красная палатка, навигационные инструменты и револьвер с патронами. Все это предназначалось для полярной океанографической партии. В эфир понеслись сигналы бедствия «SOS». Первым их услышал 3 июня советский радиолобитель Николай Шмидт — житель села Вознесенье-Вохма бывшей Северодвинской губернии. Через 6 дней с группой Нобиле была установлена двусторонняя радиосвязь.

Но еще 29 мая Президиум Особавиахимии СССР создал Комитет помощи дирижаблю «Италия». 9 июня были организованы две советские спасательные экспедиции — восточная и западная. Первая — на ледокольном пароходе «Малыгин» под руководством профессора В. Ю. Визе и вторая — на самом мощном в то время ледоколе «Красин» под начальством профессора Р. Л. Самойловича.

В поиски пропавших включились Норвегия, Швеция, Италия, Франция, Финляндия. Всего в этих операциях участвовало 18 морских судов, 21 самолет и около 1500 человек! Подобного размаха спасательных работ Арктика еще не знала. Одним из

первых откликнулся на призыв о помощи Руал Амундсен. На французском гидроплане «Латам» вместе с пятью спутниками он вылетел 18 июня из Норвегии на Шпицберген и пропал без вести. По-видимому, гидроплан упал в море в районе Медвежьего острова...

10 июля советский полярный летчик Борис Чухновский сообщил по радио на «Красин», что с воздуха обнаружил льдину, на которой находятся люди из группы Мальмгрена, покинувшей через несколько дней после катастрофы лагерь Нобиле. Не надеясь на установление радиосвязи, они отправились по плавучим льдам к Шпицбергену, чтобы сообщить о местонахождении бедствующей экспедиции.

12 июля советский ледокол подошел к маленькой льдине и снял с нее двух обессилевших итальянцев. Спасенные сообщили, что их третий спутник — шведский ученый Мальмгрен — умер месяц назад.

В тот же день ледокол приблизился к лагерю группы лейтенанта Вильери (раненый Нобиле был вывезен шведским летчиком Лундборгом еще 22 июня). Безмерно счастливый радист Биаджи спешно отстучал на ключе последнюю телеграмму из ледового лагеря: «Красин» подошел — мы спасены!» На долю экипажа советского ледокола выпало счастье спасти семь человеческих жизней. Экспедиция на дирижабле «Италия» — одна из трагических страниц летописи об изучении Арктики.

В мае же 1928 г. известный американский полярный исследователь и летчик Джордж Хьюберт Уилкинс вместе с пилотом Беном Эйелсоном совершил на аэроплане большой перелет из Северной Америки на Шпицберген. Этот удивительный по тому времени воздушный прыжок с мыса Барроу на Аляске в Нью-Олесунн принес его участникам всемирную славу и известность.

Проходят три года. Уилкинс вновь на Шпицбергене. Впервые в мире он предпринимает попытку пройти на подводной лодке к полюсу. Из-за неполадок «Наутилус» вскоре прекратил поход...

И вот, советские гляциологи идут по следам этих полярных экспедиций, по следам, оставленным бесстрашными исследователями Арктики.

Когда мы отправляем из Нью-Олесунна письма на Родину, единственный почтовый работник (он же — единственный здесь радиотелеграфист и единственный метеоролог-наблюдатель!) ставит на конвертах броский фиолетовый знак. В центре его изображен тюлень, лежащий на льдине, а вокруг — надпись на английском языке: «Самый северный населенный пункт мира \* Кингсбей, 79° северной широты, Свальбард»\*\*.

Идем по гравийно-шлаковой дороге. Многие дома пусты: рудник закрыт, шахтеры уехали на материк, среди населения лишь строители телеметрической станции, да участники экспедиции. Норвежцы предполагают, что этот поселок станет в ближайшие годы Международным научным центром исследований Шпицбергена. У Нового Олесунна, вероятно, будет и новая история!

Вот и ажурная металлическая мачта. Даже дух захватывает — не верится, что именно к ней причаливали дирижабли «Норвегия» и «Италия» перед полетами в неизвестность. Оригинальное сооружение хорошо сохранилось.

Недалеко от места, где еще недавно возвышался огромный эллинг, на самом вершине холма, спускающегося к Кингсбею, мы увидели издали два памятника. Самой историей они поставлены здесь рядом, самой историей выбрано для них это уединенное место вблизи восточной окраины Нью-Олесунна. Памятник, расположенный ближе к поселку, вырублен из глыбы местного темно-се-

\* Справедливости ради, следует заметить, что ныне на земном шаре имеется несколько поселений, расположенных немного севернее Нью-Олесунна. Так, на советском высокоширотном архипелаге Земля Франца-Иосифа находятся крупная обсерватория Дружная (остров Хейса), поселок Нагурское, полярная станция Мыс Рудольфа.

\*\* Свальбард — территориальный округ Норвегии, основную часть которого составляет архипелаг Шпицберген.

рого камня. Над именами шестерых авиаторов, впервые дерзнувших отправиться к полюсу на управляемых воздушных аппаратах, высечены силуэты двух аэропланов, а между ними — профиль Руала Амундсена. Внизу выбита дата «21 мая 1925 г.».

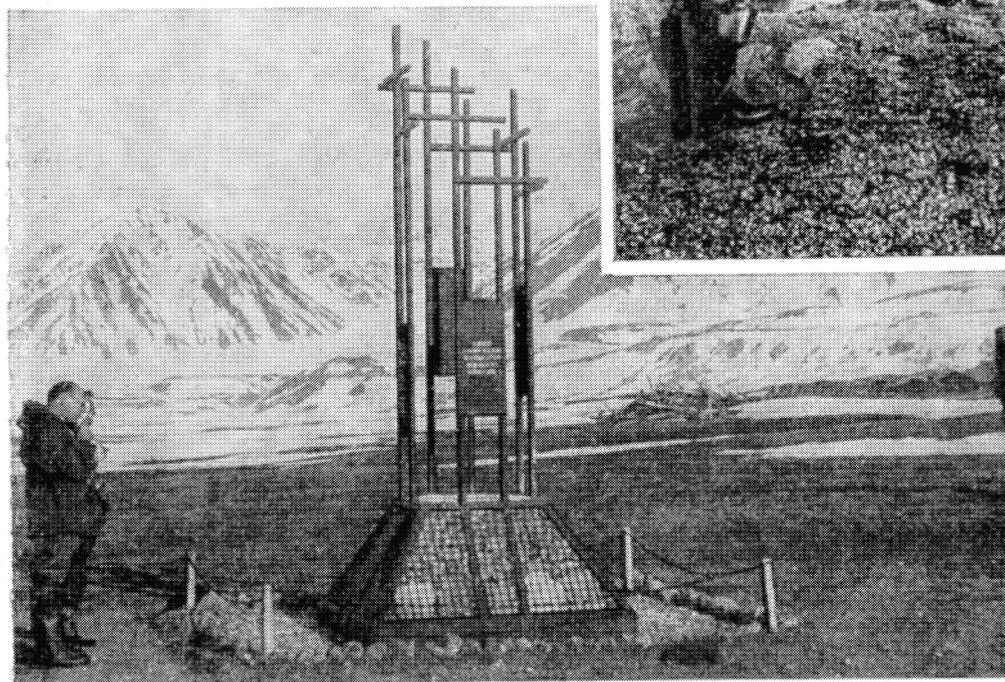
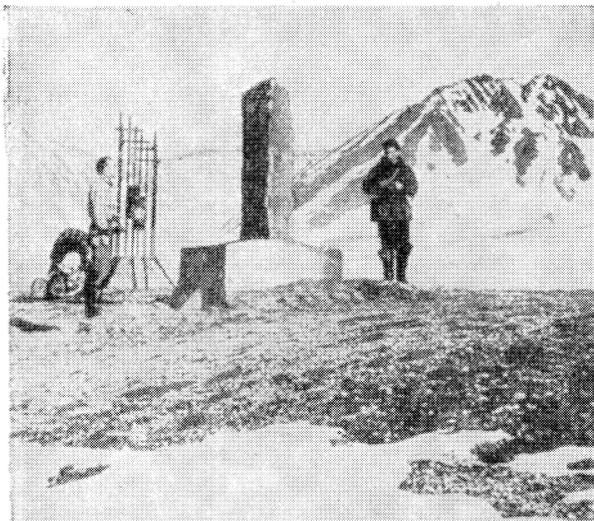
С тех пор минуло более сорока лет. Колючие зимние ветры, ураганные метели и пурга, леденящие морозы, обильные снегопады и летние дожди «расписались» на потрескавшейся плите царапинами, трещинами.

В основании другого памятника — девятнадцать разноцветных мраморных плиток: по одной из каждой области Италии. Над ними скорбно возвышаются восемь высоких крестов — по числу погибших участников экспедиции Нобиле. Верхушки крестов сплетены — символ великого братства. Обнажив головы, долго стоим на вершине холма...

Возвращаемся в поселок. Около дома молодые парни разгружают небольшую ручную тележку с экспедиционным имуществом. Это наши новые знакомые — французские коллеги, изучающие ледники и побережье фьорда. Среди них Пьер Муле — капитан мотобота, моторист, механик и... аквалангист. До Шпицбергена он работал в знаменитой океанографической экспедиции Жака-Ива Кусто.

Через день Пьер передает нам приглашение экспедиции Национального центра научных исследований Франции посетить их базу, расположенную в шести километрах от Нью-Олесунна.

Дороги нет. Идем по ледяному припаю, прыгая через разводы и трещины. Часто ноги проваливаются по колено. Выручают незаменимые в таких случаях высокие резиновые сапоги. Еще издали замечаем длинные мачты, на которых развеваются флаги Франции и Норвегии. Затем показались темно-красные домики и разноцветные приземистые палатки, пестреющие вокруг них. Чуть правее возвышается белый язык ледника Восточный Ловен, спускающегося с соседней горы. На его снегу четко выделяются тонкие полосы следов, оставленные лыжами и мото-нартами — сноу-скутерами. Видно, что



Общий вид памятников отважным полярным исследователям. В 1926 г. перед полетом на дирижабле «Норге» в Америку Амундсен смог увидеть сооружение, поставленное в его честь местными шахтерами. А через два года этот монолит стал самым северным памятником неутомимому полярному исследователю и путешественнику, мореплавателю и воздухоплавателю, ученому и спортсмену (снимок сверху справа). Внизу слева — памятник экспедиции Нобиле. На постаменте надпись на итальянском языке: «Всевышний, ты, принявший последние призывы наших любимых и знающий тайну их ледяных обителей, храни их покой и сделай так, чтобы никто не забыл эти жертвы». Есть и слова, посвященные Амундсену: «Высочайшей жертве человеческой солидарности...» Этот памятник привезли из Италии летом 1963 г. — в 35-ю годовщину катастрофы дирижабля

французские гляциологи кропотливо изучают «свой домашний» ледник.

Около базы нас встречает высокий энергичный человек в коротких резиновых сапогах и яркой теплой ковбойке. Его приятная улыбка сразу же располагает к себе. Это начальник гляциологической экспедиции, профессор Жан Корбель. Известный французский ученый тут же увлекает прибывших гостей в научный «городок», знакомит со всеми сотрудниками. Вместе с ними осматриваем лаборатории, гидрологическую и метеорологическую станции.

После экскурсии заходим в кают-компанию, помещающуюся в небольшом сборном домике. Столовая напоминает дачную веранду, застекленную так, будто бы здесь не 79-я параллель, а, по крайней мере, Ницца. Сегодня удивительно мягкий для конца июня день. Яркое солнце висит на безоблачном голубом потолке неба, словно огромная шарообразная лампа. Его лучи ласкают фьорд, подсвечивая окружающие горы, играют тысячами бликов на бахроме ледяных языков, уходящих в воду. Приятная теплота струится через стекла окон внутрь помещения. На одной из стен комнаты — дружеские шаржи. Чья-то ловкая рука забавно нарисовала и Жана Корбеля, и Пьера Муле, и их товарищей.

В нашу честь гостеприимные хозяйки устраивают обед. Мадам Корбель усердно помогают две молодые женщины — гидролог Марсель и повар Мишель.

Длинный стол украшен традиционными французскими коньяками и винами. Молодой инженер Анри Жоффрэй раскупорил большую бутылку «божоле» собственного изготовления. Жан Корбель тепло вспоминает советских ученых, с которыми ему доводилось встречаться на многих международных конгрессах и симпозиумах. Завязываются дружеские беседы. Ученые делятся результатами своих исследований. С удовольствием принимаем приглашение принять завтра участие в совместных работах на леднике Восточный Ловен...

Возвращаемся поздним вечером. Незаходящее солнце по-прежнему

освещает залив и горы — сейчас самый разгар полярного дня. Завтра мои товарищи уйдут с французами на ледник. Я останусь дежурным по кухне, или — как мы любим говорить на морской лад — по камбузу. Каждый день кто-то из нас удостаивается этой нужной, но нелюбимой обязанности, так как в экспедиции нет штатного повара.

Закончив пригостование «сложного» обеда-ужина из четырех блюд (первое, второе, чай и компот!), я направляюсь в маленький соседний домик, арендуемый французской экспедицией. Надо занять до завтра немного соли. Стучу в наружную дверь. В ответ раздается негромкое пение. Прохожу в короткий коридорчик и вновь стучу, уже во внутреннюю дверь. Теперь ясно слышу речь. Правда, не понимаю ее. Но по добродетельному тону «О, ля-ля, о, ля-ля» полагаю, что можно войти.

В кухне-столовой только один сын Земли. Он представляется: «Гюстав, кок экспедиции».

— Какое приятное совпадение, — думаю я и произношу, стараясь быть как можно более серьезным, — и я кок из советской экспедиции. Мое имя Евгений, Эжен по-вашему.

Француз крепко жмет мне руку и нараспев восклицает: «О, ля-ля, шер ами Эжен, о, ля-ля, мон ами Жежен!»

Он небольшого роста, коренаст, смуглое выразительное лицо обрамляет ухоженная шотландская борода огненно-рыжего цвета. На вид ему не больше пятидесяти. На широком солдатском ремне, поверх сильно полинялых голубых джинсов (с броской пометкой «МОРЕ») висит огромный нож, которым эскимосы, наверное, разделяют туши белых медведей или морских зверей.

На газовой плите вдруг что-то зашипело. (Своим вторжением я отвлек повара от дела.) Но вот порядок восстановлен.

Гюстав дает мне пачку соли, заставляет пригубить «только одну рюмочку», кипятит ароматный черный кофе, достает всякую всячину из холодильника и висячих шкафов, «Коллега! — обращаюсь к коку. — Спасибо. Прошу теперь ко мне, по-соседски».

У нас нет газовой плиты. Есть прекрасная чугунная с духовкой. Француз как опытный дегустатор отведал всего понемногу. Затем громко щелкнув пальцами, произнес: «Фантастик, о, ля-ля, Эжен-Жежен, фантастик!»

Я преподнес Гюставу съедобные русские «сувениры» — буханки черного хлеба, испеченные в баренцбургской шахтерской пекарне, и банки тушеной говядины. Эти продукты всегда нравились иностранцам, которых нам доводилось угощать прежде. Вскоре Гюстав вернулся с полной сеткой, набитой банками консервированного пива и кофе. Теперь я отправился по протоптанной дорожке со сгущенным молоком... Так мы ходили друг к другу, пока не появились наши изголодавшиеся товарищи. Они даже не успели разобраться во вкусе приготовленной еды, как уничтожили весь обед из четырех блюд. Вот что было действительно фантастично!

...Быстро пробежали в работе двадцать дней. Мы обследовали ледники Королевского залива. Теперь предстояло высадиться на вершину ледникового плато Хольтедаля.

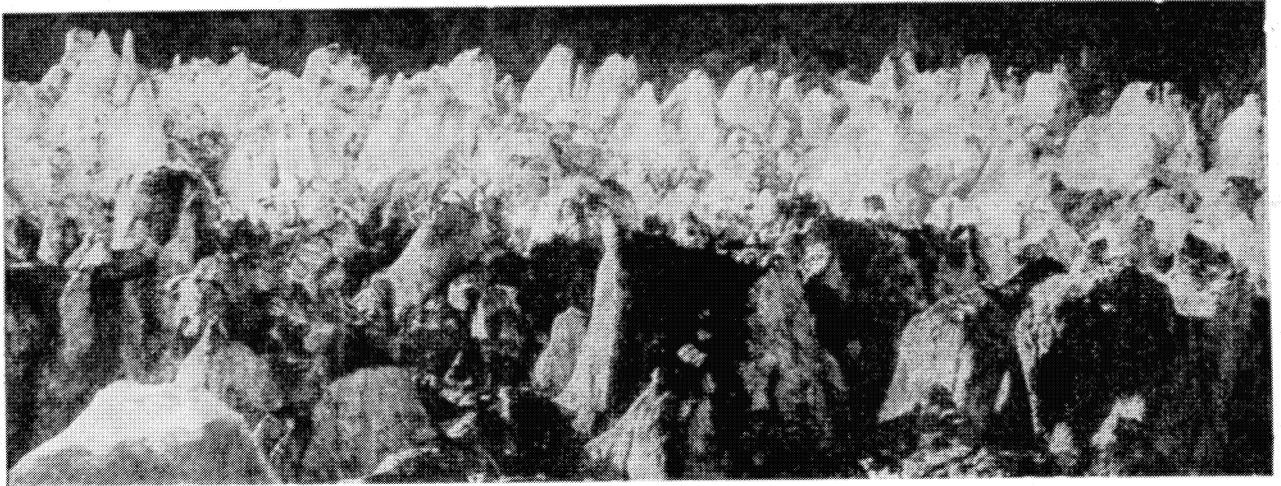
Если в 1965 г. нашу экспедицию интересовали центральная и восточная части острова Западный Шпицберген, то сейчас предстояло изучить его запад. Мы рассчитывали выяснить климатические условия оледенения обеих сторон крупнейшего острова архипелага, чтобы сравнить эти условия и определить имеющиеся различия.

Район плато Хольтедаля привлек нас еще и потому, что 30 лет назад здесь работала известная шведско-норвежская экспедиция, которой руководили выдающиеся скандинавские ученые — шведский профессор Ханс Альман и норвежский профессор Халральд Свердруп. Результаты их исследований на Шпицбергене известны всем гляциологам мира. Вот почему очень заманчиво повторить наблюдения на этих ледниках через три десятилетия.

И опять мы идем по следам экспедиций...

Е. М. ЗИНГЕР

Фото автора



## «Молодым» ледникам —

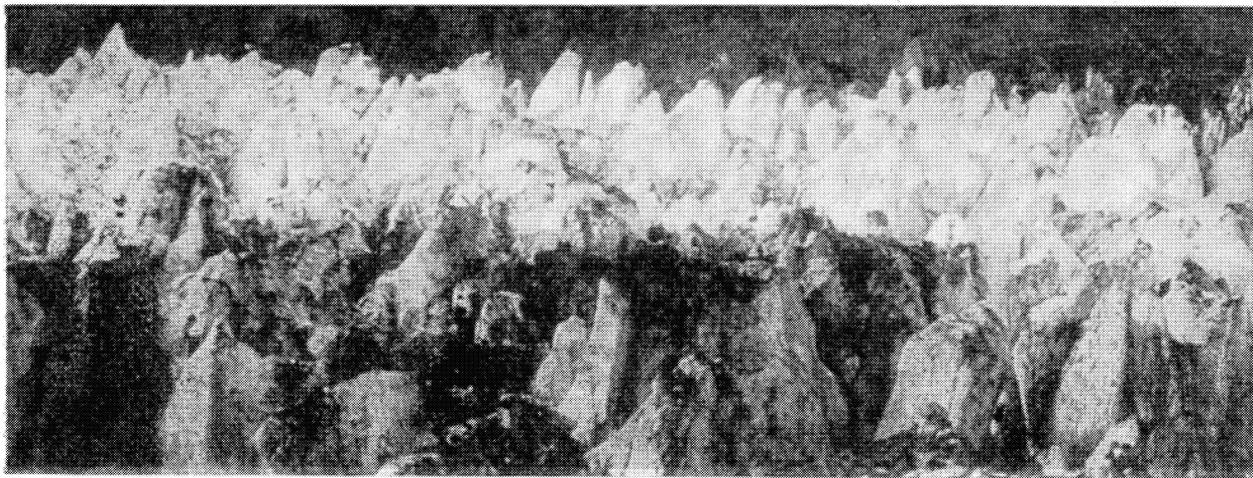
За последний миллиард лет Земля трижды подвергалась оледенению: в кембрийское, пермо-карбоновое и четвертичное время. В остальные геологические периоды льдов не было. Причины оледенения до сих пор не выяснены, зато создано около 70 гипотез. Все гипотезы можно разделить на три группы: в одной происхождение ледников объясняется космическими факторами, в другой — чисто земными, а в третьей — сочетанием тех и других.

Наверное, немногие знают о том, что мы живем в ледниковый период. Современные ледники существуют уже миллионы лет, но слагающие их льды «молоды», так как ледник непрерывно обменивается веществом с окружающей средой. Сейчас возраст льда определяют изотопными методами. Например, анализ изотопов в образцах льда из 411-метровой скважины в Гренландии показал, что возраст льда на этой глубине около 1000 лет. У ложа ледника лед «старше» — 10 000 лет и «стареет» еще больше с удалением от центра Гренландского покрова.

Изучение слоев льда различного возраста дает богатый материал для всевозможных реконструкций. Так, изучая химический состав льда, можно представить круговорот веществ в атмосфере, а исследуя пузырьки



*Горы Кавказа, покрытые льдами*



Такой становится поверхность ледника после подвижки

Фото Л. Д. Долгушина

## МИЛЛИОНЫ ЛЕТ

воздуха в ледяной массе, воссоздать состав атмосферы за последние несколько тысяч лет. Соотношение изотопов кислорода  $O^{18}/O^{16}$  (эта величина зависит от температуры, при которой образовывались осадки, сформировавшие данный слой льда) будет характеризовать изменения температуры на нашей планете за период в 10 000—30 000 лет. Сравнение этих данных для Гренландии и Антарктиды позволит установить, какими были изменения температуры — глобальными или местными.

Известно, что на поверхность Земли выпадает большое количество микрометеоритов. Они прекрасно сохраняются в льдах Антарктиды. Сейчас ведется интенсивное изучение этих частиц и изменчивости их потоков за последние тысячелетия. Большой интерес представляют слои льда, образовавшиеся в период падения Тунгусского метеорита в 1908 г. В антарктических и гренландских льдах залегают слои пепла после извержений вулканов Катмаи в 1912 г. и Кракатау в 1883 г. Таким образом, современная летопись, которую читают метеорологи, геохимики, астрономы и географы.

В ледниках возможны и научные открытия. Стало известно, что на глубине 1200 м из льда исчезают воздушные пузырьки. Раньше это явление

объясняли диффузией газов в окружающий лед. Сейчас же предполагают, что в условиях низкой температуры и огромного давления пузырьки воздуха превращаются в так называемые «клатратные гидраты воздуха», т. е. в твердое вещество.

Все ледники движутся. Обычная скорость их перемещения за сутки измеряется сантиметрами. Но в последнее время выяснилось, что периодически, опровергая все созданные ранее модели, описывающие течение льда, ледники начинают быстро и неравномерно продвигаться со скоростью до 50 м в сутки, а иногда и больше. При этом ледник как бы «пульсирует». В 1963 г. пульсация наблюдалась на леднике Медвежий (Памир); в 1969 г. начал быстро продвигаться ледник Колка (Кавказ).

«Пульсирующие» ледники есть во многих горных районах оледенения. В Северной Америке их насчитывается 204. Причины быстрых подвижек ледников пока не известны. Еще не ясно, бывают ли катастрофические подвижки таких гигантских покровных ледников, как Антарктический и Гренландский, но косвенные указания на это существуют. Уже есть и гипотеза: резкие подвижки и сброс в океан огромных масс льда с ледникового покрова Антарктиды может привести к быстрому подъему уровня моря (до 17 м) с последую-

щим медленным спадом; огромное количество айсбергов понижает температуру океана и атмосферы, что способствует росту ледников, и так — до следующей катастрофической подвижки; периоды между подвижками составляют 50 000 лет.

До сих пор не ясно, растет или сокращается антарктический ледниковый покров. По данным одних авторов, он растет, по данным других, — сокращается. Пока очень трудно определить потери льда в айсбергах. Вероятно, большую помощь здесь могут оказать фотографии со спутников.

Всего в океане плавает до 1500—20 000 км<sup>3</sup> айсбергов. Допуская, что система «ледник — айсберги — океан» находится в равновесии, можно сказать, что ледниковые покровы Гренландии и Антарктиды ежегодно сбрасывают в океан более 3000 км<sup>3</sup> пресной воды (8% от годового стока земных рек). Если эту воду равномерно распределить по поверхности океана, то его уровень поднимется на 10 мм.

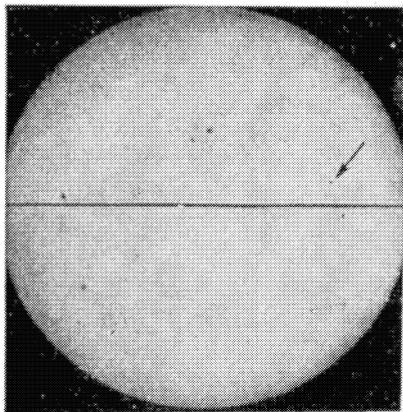
Изучение ледников имеет не только научное, но и практическое значение. Например, прогноз и защита от быстрых подвижек ледников, которые приносят существенный ущерб хозяйству; установление причин обвалов ледников; прогноз и борьба с прорывами ледниковых озер и специальными селями; искусственное таяние и многие другие задачи.

К. С. ЛОСЕВ  
кандидат географических наук



## Меркурий на диске Солнца

9 мая 1970 г. можно было наблюдать редкое небесное явление — прохождение Меркурия по диску Солнца. Почти 8 часов планета была видна на фоне яркого Солнца. В это время Солнце фотографировали, наблюдали визуально в народных обсерваториях, отделениях ВАГО. Ниже мы публикуем сообщения об этих наблюдениях.



СТАРА ЗАГОРА, Болгария (Цветанка Гогошева). Ранним утром 9 мая в народной астрономической обсерватории Старой Загоры готовились наблюдать прохождение Меркурия по диску Солнца. Во время первого и второго контактов пошел дождь и первую фотографию сделали лишь в  $4^{\text{h}}26^{\text{m}}04^{\text{s}}$  (по мировому времени). К сожалению, в конце наблюдения погода опять ухудшилась и удалось зафиксировать только третий контакт в  $12^{\text{h}}09^{\text{m}}13^{\text{s}}$ .

Наблюдения проводились на 200-миллиметровом рефракторе с солнечной и малоформатными камерами. Получены 16 хороших фотографий прохождения, измерив которые мы нашли, что угловой радиус Меркурия составляет  $5''.99 \pm 0''.05$ .

Позиционные углы второго и третьего контактов соответственно равны  $73^{\circ}.0$  и  $235^{\circ}.4$ . Теоретические расчеты давали для этих величин значения  $70^{\circ}.4$  и  $236^{\circ}.5$ . Таким образом, Меркурий прошел немного ниже предвычисленного пути. Когда планета находилась вблизи солнечных пятен, ее диск был темнее, чем ядра пятен. Это и понятно, ведь солнечные пятна — относительно холодные образования на Солнце, но по сравнению с Меркурием они очень горячие.

При схождении Меркурия с солнечного диска был виден его ясно очерченный контур, что свидетельствует об отсутствии атмосферы на этой планете.

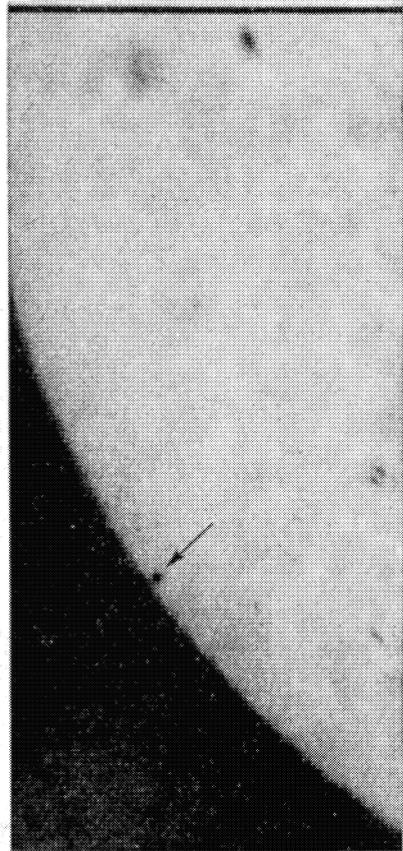
ДНЕПРОПЕТРОВСК (Н. А. Нестерко, В. Е. Соловьев, А. Л. Чикаренко). Фотографические наблюдения прохождения Меркурия по диску Солн-

ца, в которых мы участвовали, были организованы Днепропетровским отделением ВАГО и Днепропетровским государственным университетом.

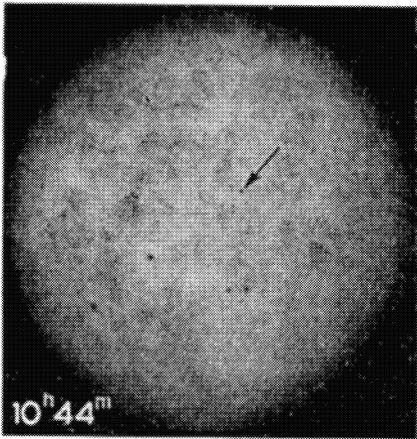
Чтобы проследить путь Меркурия по солнечному диску на фотографиях, необходимо ориентировать все снимки Солнца вдоль небесной параллели. Это можно сделать, поместив на неподвижном кадре два-три солнечных изображения. Общая касательная к ним и наметит небесную параллель.

Получить на одном кадре несколько солнечных изображений позволяют малоформатные камеры. Ширина их кадра 36 мм, а если к такой камере присоединить телеобъектив МТ-1000, который обеспечивает диаметр изображения Солнца 9,2 мм, то на одном кадре можно зафиксировать три солнечных изображения. Чтобы изображения не перекрывались, съемку следует производить через 2,5 минуты.

Прохождение Меркурия мы фотографировали двумя малоформатными камерами «Асахи-Пентакс» (затвор камеры взводится без передвижки кадров). Камеры работали поочередно через каждые 5 минут. Оператор первой камеры подводил изображение Солнца в левый край экрана и делал первый снимок. Через 2,5 минуты Солнце смещалось к середине экрана — следовал второй снимок, а еще через 2,5 минуты — третий, уже у правого края экрана. Одновременно с последним снимком этой «триады» начиналась экспозиция на другом аппарате. За это время первый оператор успевал передвинуть ленту, подвести изображение Солнца снова к левому краю экрана и подготовиться к следующей триаде снимков. Работая последовательно на двух аппаратах, мы сумели за 8 часов снять 200 солнечных триад. Моменты экспозиций фиксировал самопишущий хронограф, который включался автоматически при каждом



*Меркурий на диске Солнца. Нижняя фотография сделана незадолго до того, как планета покинула солнечный диск. Снимки получены в народной астрономической обсерватории Стара Загора (Болгария). Север — вверх, запад — слева*



*Прохождение Меркурия по диску Солнца. Фотография получена в Днепропетровске. Юг — вверху, запад — слева. (Остальные фотографии прохождения Меркурия, сделанные в Днепропетровске, опубликованы на вклейке)*

спуске затвора. Фотографировали мы на малочувствительную пленку М-3 через три желто-оранжевых фильтра. Время экспозиции составляло  $\frac{1}{500}$  секунды.

Угловые размеры Меркурия в 160 раз меньше, чем Солнца. Мы очень опасались, что такой маленький объект (ведь его диаметр на негативе не превышает 0,06 мм) вообще не будет заметен на фотографии. К счастью, наши опасения не оправдались: на всех фотографиях Меркурий виден. Он меньше многих солнечных пятен и значительно темнее их.

**ГОРЬКИЙ** (А. П. Порошин). Задолго до 9 мая юные астрономы Горьковского отделения ВАГО стали готовиться к наблюдению прохождения Меркурия по диску Солнца. Предполагалось на обсерватории Горьковского педагогического института фотографировать моменты прохождения и организовать массовые наблюдения этого астрономического явления. Однако условия видимости оказались неблагоприятными: в первую половину дня небо сплошь затянулось облаками и только после полудня облачность рассеялась. Удалось получить лишь несколько снимков прохождения Меркурия.

*На площади Минина и Пожарского горьковчане наблюдают в небольшой школьный телескоп прохождение Меркурия по диску Солнца*

Фото А. П. Порошина

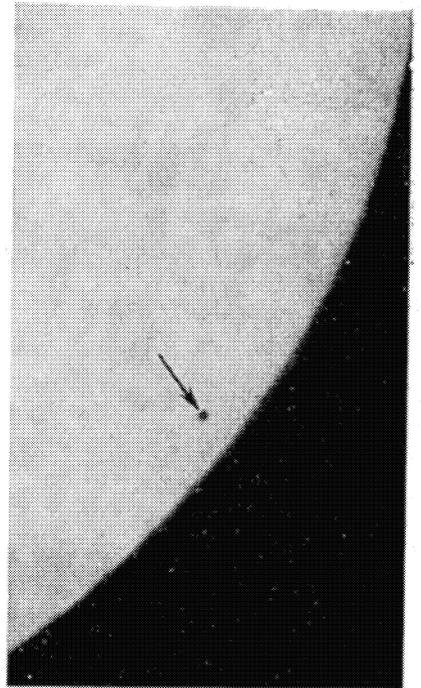
В центре Горького, на площади Минина и Пожарского, был установлен телескоп. Многие горьковчане смогли наблюдать редкое небесное явление. На интересующие их вопросы отвечали члены юношеской секции Горьковского отделения ВАГО и члены Горьковского научного общества учащихся по астрономии.

**СЕВАСТОПОЛЬ** (Г. П. Челак). 9 мая я получил одну фотографию прохождения Меркурия по диску Солнца. Снимок сделан на 80-миллиметровом рефракторе фотоаппаратом «Зенит». Чувствительность пленки 65 ед. ГОСТа, экспозиция  $\frac{1}{250}$  секунды, диафрагма 1:2.

**МОНЧЕГОРСК** (В. А. Анохин). За полярным кругом, в Мончегорской любительской обсерватории, на 200-миллиметровом телескопе системы Максудова были получены фотографии прохождения Меркурия по диску Солнца. Съемка велась в главном фокусе телескопа через фильтр ЖС-18. Телескоп был задиафрагмирован до 100 мм.

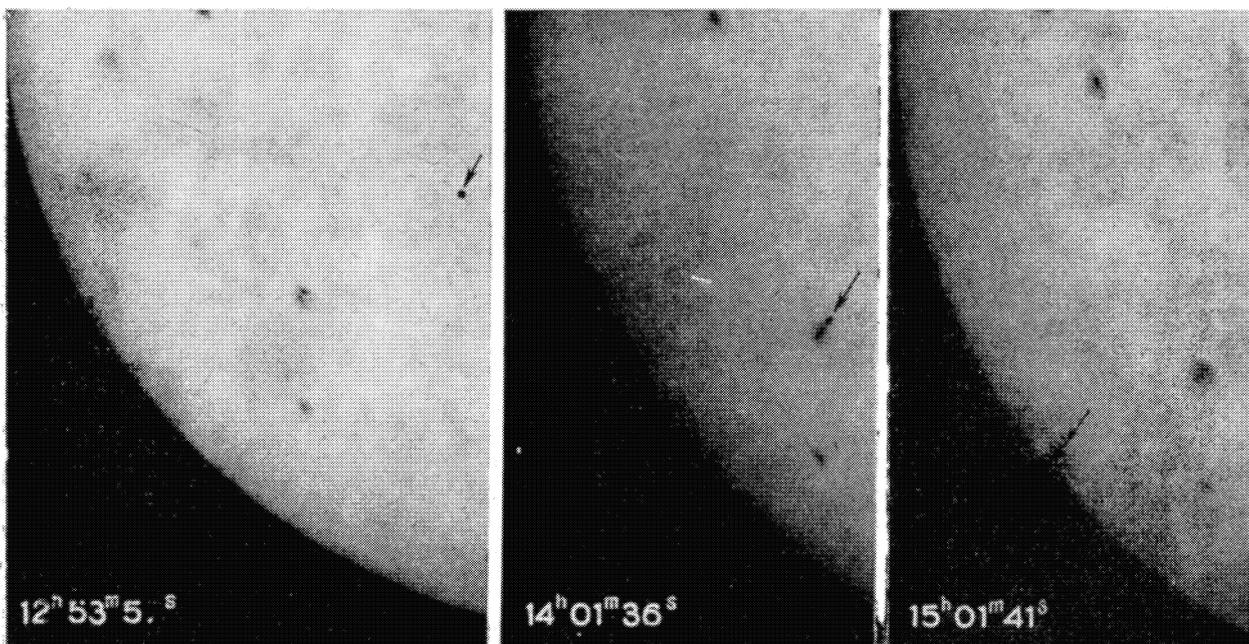
Моменты контактов определялись по выверенному морскому хронометру и секундомеру. Время контактов (москowsкое): первого —  $7^h 19^m 48^s,5$ ; второго —  $7^h 22^m 20^s$ ; третьего —  $15^h 07^m 52^s$ . Четвертый контакт наблюдать не удалось, так как небо затянулось облаками.

**АРМАВИР** (Г. Н. Сизонов). Учащиеся 10 класса средней школы № 18 Г. и Л. Петренко, Л. Масалова,



*Меркурий начинает свое движение по диску Солнца. Снимок получен в Севастополе в 7 часов 30 минут московского времени. Юг — вверху, запад — слева*





▲  
**Меркурий на диске Солнца.** Фотографии получены школьниками Армавира. Север — вверху, запад — слева

Эти фотографии сделаны в Саратове. Слева — наблюдения прохождения Меркурия по диску Солнца в обсерватории Саратовского университета. У астрографа Ю. А. Скляров. Справа — жители Саратова наблюдают перемещение Меркурия по диску светила

Фото С. Анкина

Л. Пелипенко, В. Симдянкин и учитель астрономии Г. Н. Сизонов через сдвоенный телескоп, собранный из двух школьных рефракторов, наблюдали прохождение Меркурия по диску Солнца.

Определить точное время первого и второго контактов не удалось. Время (московское) третьего контакта  $15^{\text{h}}08^{\text{m}}04^{\text{s}}$ , четвертого —  $15^{\text{h}}10^{\text{m}}47^{\text{s}}$ .

С помощью зеркальной камеры «Киев-10» были получены на позитивной пленке фотографии прохождения Меркурия. Мы даже попытались снять это явление на кинопленку. Однако нас постигла неудача. После проявления мы не обнаружили никаких деталей на солнечном диске, очевидно, из-за недостаточной разрешающей способности кинопленки.



САРАТОВ (Ю. А. Скляр). Члены Саратовского отделения ВАГО Ю. А. Скляр, В. К. Сахаров, М. С. Богданов и Л. Н. Бердников визуально наблюдали прохождение Меркурия по диску Солнца. Наблюдения проводились с 4-дюймовым рефрактором и трубой БМТ-110М. Получены следующие моменты контактов (время московское): первый —  $7^{\text{h}}20^{\text{m}}07^{\text{s}}$ , второй —  $7^{\text{h}}22^{\text{m}}54^{\text{s}}$ ; третий —  $15^{\text{h}}08^{\text{m}}22^{\text{s}}$ ; четвертый —  $15^{\text{h}}11^{\text{m}}07^{\text{s}}$ .

В этот день каждый, кто оказался на площади Чернышевского или в микрорайоне завода «Техстекло», мог в трубу БМТ-110М или в школьный телескоп наблюдать, как перемещается Меркурий по диску Солнца. Желающих было много. Пояснения у инструментов давали члены Саратовского отделения ВАГО М. С. Богданов, Л. Н. Бердников, С. Аникин и преподаватель средней школы № 102 И. П. Спиридонова.

БОРИСОГЛЕБСК (Р. Я. Ерохина). Студенты Борисоглебского педагогического института, вооружившись школьным телескопом-рефрактором, наблюдали и фотографировали прохождение Меркурия по диску Солнца. По этим фотографиям удалось начертить видимый путь Меркурия. Были определены моменты контактов (по московскому времени): первый —  $7^{\text{h}}20^{\text{m}}30^{\text{s}}$ ; второй —  $7^{\text{h}}23^{\text{m}}10^{\text{s}}$ ; третий —  $15^{\text{h}}08^{\text{m}}30^{\text{s}}$ ; четвертый —  $15^{\text{h}}11^{\text{m}}23^{\text{s}}$ .

## Астрономические явления в 1971 году

Мы расскажем о тех астрономических явлениях, которые в различные годы происходят по-разному, но могут быть вычислены заранее, и не коснемся явлений, ежегодно повторяющихся в одни и те же даты (например, суточное и годовое движение Солнца и звездного неба, метеорные потоки и т. д.).

**СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ.** 25 февраля 1971 г. в дневные, послеполуденные часы произойдет частное затмение Солнца. Его можно будет наблюдать на той части территории СССР, что лежит к северо-западу от линии, соединяющей Кавказ, Южный Урал и северные районы Западной Сибири. Чем дальше от этой линии пункт наблюдений, тем больше фаза солнечного затмения. Так, в Москве наибольшая фаза составит около 0,3 солнечного диаметра, а в Прибалтике, Карелии и Мурманской области около 0,4. Максимальная фаза затмения (0,788) будет наблюдаться в Гренландии и Северной Атлантике.

В 1971 г. ожидаются еще два частных солнечных затмения. 22 июня затмение (максимальная фаза 0,069) будет наблюдаться поздним вечером в Северо-Восточной Азии, к востоку от Охотска и Оймякона, а 20—21 августа — только в южном полушарии (максимальная фаза 0,509).

Полное лунное затмение 10 февраля 1971 г. будет наблюдаться в СССР к востоку от линии Байкал — Таймыр. Но лишь на Чукотке затмение будет видно от начала и до конца. В Якутии и на Дальнем Востоке Луна восходит во время затмения, так что там удастся увидеть затмение только под конец.

Еще одно полное лунное затмение можно наблюдать в ночь с 6 на 7 августа 1971 г. в европейской части и на значительной территории азиатской части СССР, вплоть до линии, проходящей от Обской губы к Байка-

лу. На этой линии частное затмение закончится одновременно с заходом Луны. В Забайкалье, Якутии и на Дальнем Востоке затмение прервется заходом Луны. А в Северо-Восточной Якутии, на Камчатке и Чукотке оно начнется, когда Луна будет находиться под горизонтом. Моменты видимости этого затмения по московскому времени:

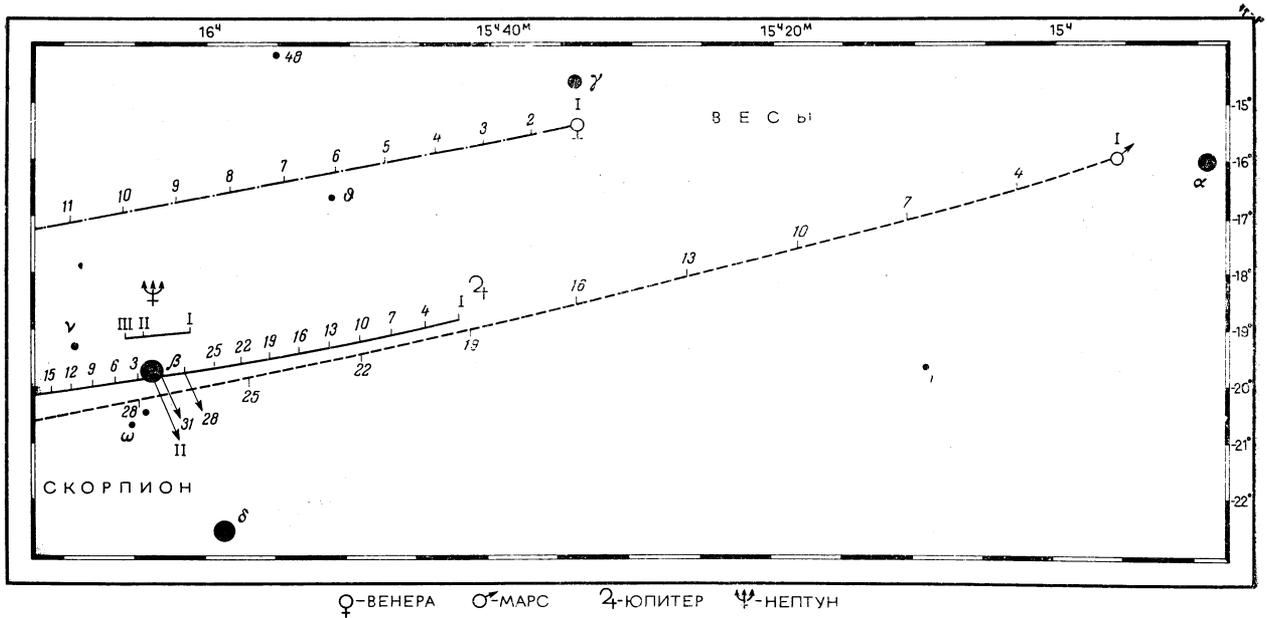
начало частного	— $20^{\text{h}}56^{\text{m}}$
начало полного	— $21^{\text{h}}54^{\text{m}}$
середина	— $22^{\text{h}}44^{\text{m}}$
конец полного	— $23^{\text{h}}34^{\text{m}}$
конец частного	— $0^{\text{h}}32^{\text{m}}$

Полное лунное затмение 6—7 августа 1971 г. будет очень глубоким. Величина наибольшей фазы достигнет 1,734.

Заметим, что в текущем столетии только 4 августа 1906 г., 16 июля 1935 г. и 26 июля 1953 г. Луна погружалась в тень больше, чем при полном затмении 1971 г.

**ПЛАНЕТЫ.** В начале года по вечерам очень хорошо виден Сатурн. С наступлением темноты и до утра он находится в созвездии Овна. Кольцо Сатурна можно наблюдать в телескопы, увеличивающие в 20 раз и более.

В это же время года примерно в полночь восходит Уран. Его нетрудно найти в бинокль около звезды  $\gamma$  Девы. По утрам в юго-восточной части небосвода, в созвездии Весов видны сразу четыре планеты — Венера, Марс, Юпитер и Нептун. 4 января Венера проходит в  $3^{\circ}$  к северу от Юпитера; 26 января Марс перегоняет Юпитер, причем расстояние между ними во время сближения не превосходит 20 угловых минут. Нептун находится на  $1^{\circ}$  выше Юпитера, но для его опознания нужна подробная звездная карта (со звездами до 8-й вели-



*Сближение Венеры, Марса, Юпитера и Нептуна в январе 1971 г. Видимые пути планет показаны различными линиями. Отмечены положения планет: Венеры — с 1 по 11 января; Марса — с 1 по 28 января; Юпитера — с 1 января по 15 февраля; Нептуна — 1 января, 1 февраля и 1 марта*

чины) и, по меньшей мере, светосильный бинокль. Перед самым рассветом в созвездии Стрельца появляется Меркурий. В середине января он виден на фоне зари.

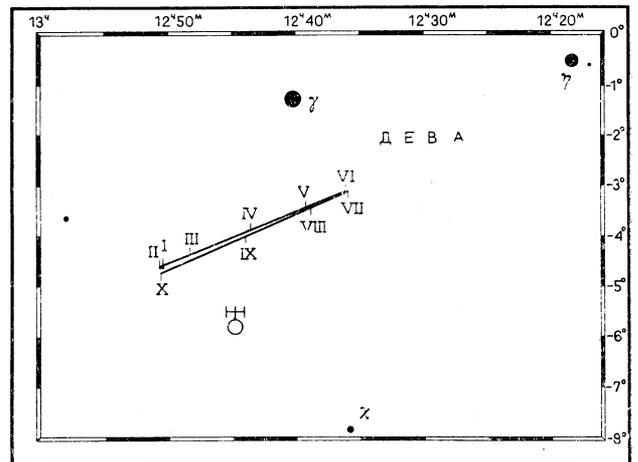
В феврале и марте Сатурн можно наблюдать вечером, а остальные планеты утром. Условия видимости Венеры хуже, чем в январе, так как она восходит на рассвете, а видимость Марса и Юпитера — лучше: обе планеты восходят раньше, чем в январе.

В третьей декаде марта по вечерам вновь появляется Меркурий. Лучшие условия для его наблюдений наступят около 1 апреля. В середине апреля закончится вечерняя видимость Сатурна.

Весной Венеру можно найти в лучах утренней зари только в южных широтах СССР. Марс приближается к Земле и увеличивает свою яркость, но продолжительность его видимости в мае очень коротка. Юпитер 23 мая будет в противостоянии. Двумя месяцами раньше начнется его попятное движение по созвездию Скорпиона (недалеко от звезды  $\beta$  Скорпиона). В небольшой телескоп с увеличением в 10—15 раз можно следить за перемещениями четырех спутников Юпитера, открытых Галилеем, а при увеличениях в 30—40 раз можно заметить сплюснутость диска Юпитера и облачные полосы вдоль его экватора. Нептун будет в противостоянии тоже 23 мая и виден как звезда 8-й величины на 1° выше Юпитера.

В июле условия для наблюдений Марса значительно улучшатся, 10 августа 1971 г. наступит великое

противостояние Марса. В это время расстояние Марса от Земли наименьшее — всего 56 млн. км. В 1971 г. Марс вычертит видимую петлю в созвездии Козерога. В дни, близкие к противостоянию, он прой-



*Видимый путь Урана в созвездии Девы. Положения планеты на первые числа месяцев 1971 г. отмечены римскими цифрами*

дет около звезды  $\zeta$  Козерога. Блеск Марса в течение июля, августа и сентября превысит блеск Юпитера, а угловые размеры диска достигнут 25 секунд. В телескоп, увеличивающий в 50 раз, при хороших атмосферных условиях можно увидеть на диске Марса полярную шапку и серые пятна («морья»), контрастирующие с общим красноватым фоном поверхности планеты.

Юпитер в июле, августе и сентябре можно наблюдать по вечерам в юго-западной части небосвода. В эти месяцы в средних широтах созвездие Скорпиона, где будет находиться планета, не поднимается высоко над горизонтом и рано заходит. После сентября и до конца года Юпитер не виден.

Условия видимости Сатурна, наоборот, в летние месяцы улучшаются. В начале июля планета появля-

ется по утрам в созвездии Тельца. В конце месяца она уже восходит раньше полуночи и к рассвету поднимается высоко.

Венера 27 августа будет в верхнем соединении с Солнцем. В средних широтах СССР только в декабре она станет видима в лучах вечерней зари. Меркурий можно наблюдать по утрам в сентябре.

В конце года лучше всего будет виден Сатурн. 25 ноября он находится в противостоянии. С вечера и до полуночи можно наблюдать Марс. Правда, блеск и угловые размеры планеты быстро уменьшаются с ее удалением от Земли.

В третьей декаде декабря наступит последняя в этом году утренняя видимость Меркурия. Лучшие условия для его наблюдений приходятся на последние числа декабря.

В. С. ЛАЗАРЕВСКИЙ



## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ



Луна. Чувствительность пленки 90 ед. ГОСТа, выдержка 1/30 секунды



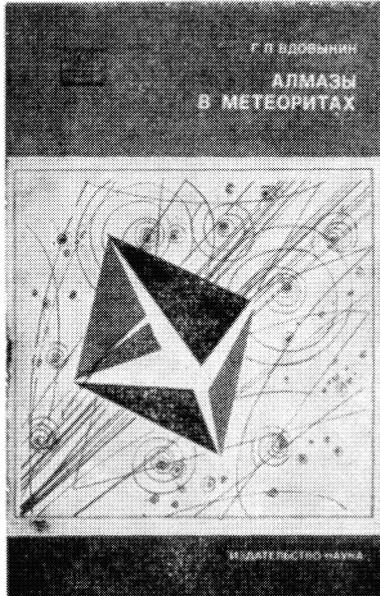
Меркурий на диске Солнца 9 мая 1970 г. Чувствительность пленки 32 ед. ГОСТа, выдержка 1/250 секунды

Дорогая редакция!

Посылаю Вам некоторые фотографии, которые я сделал, присоединив зеркальную камеру «Кристалл» к окуляру зрительной трубы ЗРТ-452. У этой трубы диаметр объектива 75 мм и 40-кратное увеличение. Я пользуюсь двумя фотообъективами: «Индустар-50» и «Юпитер-11».

9 мая 1970 г. я наблюдал прохождение Меркурия по диску Солнца. Черный диск планеты я заметил на Солнце в 7 часов 21 минуту 30 секунд по московскому времени, а в 7 часов 56 минут удалось получить первый снимок. Снимок Меркурия на диске Солнца, который я вам посылаю, сделан в 9 часов 19 минут.

В. КАПЦОВ  
студент МВТУ



### АЛМАЗЫ С НЕБА?

Да, с неба! Так ответили на этот вопрос петербургские ученые М. В. Ерофеев и П. А. Лачинов. В 1888 г. они первыми обнаружили алмазы в «небесном камне» — метеорите Новый Урей.

История этого замечательного открытия рассказана в интересно написанной, небольшой, но очень содержательной книге Г. П. Вдовыкина «Алмазы в метеоритах» («Наука», М., 1969 г.). Автор — известный специалист по метеоритике и космохимии сам недавно обнаружил алмазы в трех метеоритах. Повествуя об этом, он ведет читателя по пути находок и подробно останавливается на поисках алмазов в осколках железного метеорита Каньон-Дьябло, который «выбил» в крепких горных породах огромный Аризонский кратер.

Автор приводит также общие сведения о метеоритах, дает характеристику алмаза как минерала.

Особенно интересна глава «Происхождение алмазов в метеоритах». По мнению Г. П. Вдовыкина, эта кристаллическая модификация углерода могла образоваться как в космосе при столкновении астероидов (родоначальных тел метеоритов), так и на Земле при ударе метеоритов о ее поверхность.

Книга Г. П. Вдовыкина «Алмазы в метеоритах», несомненно, привлечет внимание читателя к метеоритам, несущим обширную информацию о важных космогенных процессах.

*Д. П. ГРИГОРЬЕВ  
профессор*

## Тематический указатель статей, опубликованных в журнале «Земля и Вселенная» в 1970 году

### К ЮБИЛЕЮ ВЛАДИМИРА ИЛЬЧИКА ЛЕНИНА

К 100-летию со дня рождения Владимира Ильича Ленина . . . . .	2
Васнецов В. А.—Первенец советского океанографического флота — «Персей» . . . . .	3
Волярович М. П.—Магнитная лаборатория для исследования курских руд . . . . .	2
Заборовский А. И.—Первые советские магнитные измерения . . . . .	2
Казютинский В. В.—Современная астрономия и диалектика . . . . .	2
Михайлов А. А.—Курская магнитная аномалия . . . . .	2
Орлов В. А.—Космическая лениниана в филателии . . . . .	2
Нефедьев А. А.—Астрономическая школа Казанского университета . . . . .	2
Парийский Н. Н.—Первая гравитационная разведка . . . . .	2
Страница научной биографии Ильи Николаевича Ульянова . . . . .	2
Судаков С. Г.—Ленинский декрет — программа развития государственных топографо-геодезических работ в СССР . . . . .	2

Фесенков В. Г.—В. И. Ленин и становление советской астрономии . . . . .	2
Яхонтова Н. С.—Планета, названная в честь Владимира Ильича Ленина . . . . .	2
Армстронг Н.—Исследование лунной поверхности . . . . .	5
Артемьев М. Е.—Изостазия . . . . .	3
Болгов И. Ф.—Сооружения движутся . . . . .	4
Бугаев В. А.—Метеорологические спутники и служба погоды . . . . .	1
Будыко М. И.—Современные проблемы климатологии . . . . .	4
Васильев К. П.—Океанография из космоса . . . . .	1
Васильев К. П.—Спутники и мореплавание . . . . .	6
Вестерлунд Б. Е.—Магеллановы Облака . . . . .	6
Виноградов А. П.—О происхождении лунных пород . . . . .	3
Виноградов Б. В.—Глобальное фотографирование Земли . . . . .	1

<b>Гиндилис Л. М.</b> — Внеземные цивилизации — объект поисков и исследований . . . . .	5	<b>Морозовский Н. Т.</b> — Планетарные геофизические исследования . . . . .	3
<b>Гольдовский Д. Ю.</b> — Планы США по исследованию планет с помощью космических аппаратов . . . . .	4	<b>Цесевич В. П.</b> — Одесский пленум Центрального совета ВАГО . . . . .	4
<b>Дзержевский Б. Л.</b> — Климат и прогноз его колебаний . . . . .	1	<b>Цытович В. Н.</b> — Ученые обсуждают проблему пульсаров . . . . .	5
<b>Достовалов С. Б.</b> — «Ужасные дети» . . . . .	4	<b>КОСПАР-70</b>	
<b>Казютинский В. В.</b> — Энгельс и философские вопросы астрономии (к 150-летию со дня рождения Ф. Энгельса) . . . . .	6	<b>Бронштэн В. А.</b> — Исследование Венеры . . . . .	6
<b>Канаев В. Ф., Зенкевич Н. Л.</b> — Фотоглаз в глубинах океана . . . . .	4	<b>Григорьев Ю. Г.</b> — Обсуждение проблемы космической биологии и медицины . . . . .	6
<b>Комберг Б. В.</b> — Загадка инфракрасного излучения ядер галактик . . . . .	5	<b>Дивари Н. Б.</b> — Межпланетная пылевая среда . . . . .	6
<b>Космодемьянский А. А.</b> — Научная фантазия в творчестве К. Э. Циолковского . . . . .	5	<b>Коваль И. К.</b> — Новое о Марсе . . . . .	6
<b>Куликовский П. Г.</b> — Полувековой юбилей Международного астрономического союза . . . . .	1	<b>Кондратьев К. Я.</b> — Дистанционное зондирование Смирнов А. С.— Внеатмосферная астрономия на КОСПАР . . . . .	6
<b>Крушкенк Д.</b> — Астрономы наблюдают Солнце с самолета . . . . .	5	<b>Шевченко В. В.</b> — Луна на КОСПАР . . . . .	6
<b>Лапшин В. И.</b> — Субмиллиметровая астрономия . . . . .	1	<b>ЭКСПЕДИЦИИ</b>	
<b>Михайлов А. А.</b> — Движение земных полюсов . . . . .	6	<b>Айбулатов Н. А., Николаев В. П., Овчинников И. М.</b> — «Черномор» служит океанологам . . . . .	5
<b>Николаев А. В.</b> — «Сейсмическая триангуляция» . . . . .	6	<b>Боровиков П. А., Бровко В. П., Подражанский А. М., Стефанов Г. А., Ястребов В. С.</b> — Счастливых погружений! . . . . .	5
<b>Парин В. В.</b> — Медико-биологические проблемы освоения космоса . . . . .	3	<b>Зингер Е. М.</b> — По следам полярных экспедиций . . . . .	6
<b>Поволяев В. Д.</b> — А башня все падает . . . . .	1	<b>Канаев В. Ф.</b> — На «Хакухо-Мару» по Японскому морю . . . . .	1
<b>Подгорный И. М.</b> — Искусственный солнечный ветер . . . . .	4	<b>Кононович Э. В.</b> — Солнечное затмение в двух океанах . . . . .	5
<b>Проворов К. Л.</b> — Инженерная геодезия . . . . .	5	<b>Коржавин А. Н., Лившиц М. А.</b> — Радиоастрономы на Кубе . . . . .	5
<b>Рёдерер Х.</b> — Частицы и поля в космической окрестности Земли . . . . .	4	<b>ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ</b>	
<b>Саган К., Моррисон Д.</b> — Планета Меркурий . . . . .	1	<b>Воронцов-Вельяминов Б. А.</b> — Квазары — протоскопления галактик? . . . . .	4
<b>Сафронов В. С.</b> — Лунные масконы . . . . .	3	<b>Рускол Е. Л.</b> — Катастрофы в ранней истории системы Земля — Луна . . . . .	3
<b>Селешников С. И.</b> — Календарь и хронология мая . . . . .	4	<b>Федюшин Б. К.</b> — Релятивистской ракетой — к звездам . . . . .	4
<b>Толмазин Д. М.</b> — Океан в движении . . . . .	5	<b>АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>	
<b>Феокистов К. П.</b> — Развитие советских пилотируемых космических кораблей . . . . .	2	<b>Боярченко И. Ф., Ильевский И. Д.</b> — Замечания о школьном учебнике астрономии . . . . .	3
<b>Фролов М. С.</b> — Что такое звезды типа $\delta$ Щита? . . . . .	3	<b>Михайлов А. А.</b> — Новый учебник по астрономии . . . . .	3
<b>Цесевич В. П.</b> — Звезды типа RR Лиры . . . . .	4	<b>ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ</b>	
<b>Чурюмов К. И.</b> — Новая комета семейства Юпитера . . . . .	4	<b>Бойко А. Д.</b> — Фотографирование Солнца комбинированной оптикой . . . . .	5
<b>Шамина О. Г.</b> — Моделирование верхней мантии Земли . . . . .	3	<b>Бронштэн В. А.</b> — Первый слет юных любителей астрономии . . . . .	2
<b>Шеффер Е. К.</b> — Вселенная в рентгеновских лучах . . . . .	6	<b>Гришин Ю. А.</b> — О работе юных астрономов Углича . . . . .	1
<b>Шкловский И. С.</b> — Пульсары как астрономические объекты . . . . .	4	<b>Дагаев М. М.</b> — Прохождение Меркурия по диску Солнца 9 мая 1960 г. . . . .	2
<b>ЛЮДИ НАУКИ</b>		<b>Лазаревский В. С.</b> — Карта видимых путей планет в 1970 году . . . . .	1-4
<b>Академик С. П. Королев</b> — выдающийся конструктор, ученый, патриот . . . . .	2	<b>Лазаревский В. С.</b> — Планеты в ноябре — декабре 1970 года . . . . .	5
<b>Александр Степанович Чеботарев</b> . . . . .	3	<b>Лазаревский В. С.</b> — Астрономические явления в 1971 году . . . . .	6
<b>Гипатия</b> — дочь Теона . . . . .	1	<b>Меркурий на диске Солнца</b> . . . . .	6
<b>Давид Альбертович Франк-Каменецкий</b> . . . . .	5	<b>Цесевич В. П.</b> — Наблюдайте звезды типа RR Лиры . . . . .	5
<b>Ростислав Владимирович Куницкий</b> (К 80-летию со дня рождения) . . . . .	6	<b>Чухахин С. Д.</b> — Как построить телескоп системы Кассегрена . . . . .	3
<b>ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ</b>		<b>ФАНТАСТИКА</b>	
<b>Пясковский Д. В., Чернега Н. А.</b> — Астрономическая обсерватория Киевского университета (К 125-летию со дня основания) . . . . .	6	<b>Комаров В.</b> — Все может быть . . . . .	3
<b>Рюкл А.</b> — Две английские обсерватории . . . . .	5	<b>КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ</b>	
<b>Строится крупнейшая астрофизическая обсерватория.</b> Фото материалы . . . . .	6	<b>Миловидов Е. В.</b> — 150-летие открытия Антарктиды . . . . .	4
<b>Чеботарев Г. А.</b> — Институт теоретической астрономии . . . . .	4	<b>Орлов В. А.</b> — Орбитальные станции на почтовых марках . . . . .	5
<b>СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ</b>			
<b>Галкин И. Н., Рябой В. З.</b> — Смотрящие в глубь Земли . . . . .	4		
<b>Злобин Б. И.</b> — Всесоюзный съезд вулканологов . . . . .	1		
<b>Лосев К. С.</b> — Симпозиум по гидрологии ледников . . . . .	2		
<b>Маров М. Я.</b> — Новое о планетах и Луне . . . . .	3		

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Бронштэн В. А.— Безграмотная брошюра о Луне	4
Григорьев Д. П.— Алмазы с неба?	6
Левитан Е. П.— «Бесконечность и Вселенная»	3
Салтыковский А. Я.— «Ураганы, бури и смерчи»	5

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ . . . . . 3, 4, 5, 6

ОТВЕЧАЕМ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ . . . . . 1, 2, 3, 5

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Автоматическая станция «Венера-7» на межпланетной трассе	6
Азотная кислота в атмосфере Земли	4
Анизотропна ли мантия Земли?	6
Астрономия в средней школе разных стран	4
Были ли «тройняцы» спутниками Юпитера?	4
В объективе — вся Земля	2
Всегда ли Фобос был спутником Марса?	6
Встреча с читателями	5
Второй Гольфстрим?	1
Вулканическая активность в Антарктике	1
Галактика, меняющая блеск	3
Геологическая карта лунного кратера Циолковского	1
Гибель «Пегаса»	3
Главное действующее лицо фильма — ураган	1
Дальнейшие исследования реликтового излучения	5
Доллары и космос	3
Древнейший памятник геодезических работ в России	4
Есть ли в космосе окись азота?	6
Еще о «летающих блюдцах»	3
Загадка стеклянных шариков	4
Загадок, связанных с Луной, не уменьшилось	3
Запуск «Интеркосмоса-2»	2
Звезда δ Дельфина	2
Земля, как и Юпитер, — источник радиоволн	1
Из дневника командира экипажа «Черномор-2»	5
Изотопы углерода в межзвездной среде	3
Квазар с самым большим красным смещением	6
Квазизвездные объекты и скопления галактик	1
Когда пошлют на Луну ученых?	5
КОСПАР-70	4
Лед в космосе не обнаружен	5
«Луна-16» о лунном грунте	6
Марс перед объективами телевизионных камер	1

Межзвездная вода и формальдегид	1
«Молодым» ледникам — миллионы лет	6
Морские звезды угрожают островам	2
Наблюдение кометы Бэннета	4
На орбите «Космос-300»	1
На орбите «Интеркосмос-3»	6
Научная экспедиция на Луну	1
Необычная симбиотическая звезда	6
Необычный инфракрасный источник	5
Новая комета открыта в СССР	2
Новые факты и старые представления о нижней мантии Земли	6
О дальнейших этапах программы «Аполлон»	1
Один из очень далеких объектов Метагалактики	6
О программе «Пионер»	3
Опять о странных звездах	2
Особенности сейфертовских галактик	3
Первая яркая комета 1970 года	4
Первое наблюдение эффекта Эйнштейна	4
Повелитель ветров и метеорология	1
Поиски кварков продолжаются	4
После полета «Аполлона-11»	1
Полет «Аполлона-13»	4
Программа «Большой тур»	2
Происхождение структуры Рихта	3
Пятна, которые мог видеть каждый	2
Расстояние между точками на Луне и на Земле	2
Робот на орбитальной астрономической обсерватории	1
Скорость Земли относительно реликтового излучения Вселенной	2
Снежная буря на Шетландских островах	1
Снова о необыкновенных звездах	1
Снова о комете Бэннета	5
Совещаются преподаватели педагогических институтов	6
Создано новое международное научное общество	2
Сколько естественных спутников у Земли?	2
Стоячие волны на Луне	2
Темные области на Марсе — возвышенности или низменности?	1
Учатся преподаватели педагогических институтов	5
Фотография полета метеорита Вилн	1
Четырнадцатая Генеральная ассамблея МАС	3
Х. Шепли о природе Тунгусского метеорита	4
Япония — новый член «Космического клуба»	3

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 физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ  
Зам. главного редактора кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН  
Ответственный секретарь кандидат пед. наук Е. П. ЛЕВИТАН  
Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук  
А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗОТОВ, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географических наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, кандидат физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ, доктор геол.-мин. наук Ю. М. ШЕЙНМАНН.

При перепечатке ссылка на журнал «Земля и Вселенная» обязательна

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

Научно-популярный журнал  
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Адрес редакции: Москва, В-333,



Ленинский пр., д. 61/1  
тел. 135-64-81  
135-63-08

Художественный редактор  
Л. Я. Шимкина

Корректоры: И. П. Громова,  
Г. Н. Нелидова

Т-17663. Подписано в печ. 2/XII 70 г.  
Сдано в набор 30/VIII 1970 г. Формат бум.  
84×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 2,5 Печ. л. 5,0 (8,4)  
Уч.-изд. л. 10,2+1 вкл. Заказ 1073

Цена 30 коп. Тираж 43 000 экз.

# Полет советской автоматической станции «Зонд-8»

20 октября 1970 г. в направлении к Луне стартовала советская автоматическая станция «Зонд-8». Во время полета по трассе Земля — Луна определялись параметры траектории движения станции. 21 октября с борта «Зонда-8» был проведен сеанс фотографирования Земли с расстояния 65 000 км. 22 октября в момент, когда станция находилась на расстоянии около 250 000 км от Земли, была проведена коррекция траектории ее движения. 24 октября «Зонд-8» совершил облет Луны (минимальное расстояние от ее поверхности 11 200 км). Аппаратура станции выполнила исследования окололунного космического пространства и фотографирование лунного ландшафта на цветную и черно-белую пленку. 27 октяб-

ря спускаемый аппарат станции «Зонд-8» отделился от приборного отсека и со стороны Северного полюса вошел в плотные слои земной атмосферы.

На высоте около 7 км по команде бортовых датчиков сработала парашютная система, и аппарат опустился на воду в 16 часов 55 минут по московскому времени в заданном районе акватории Индийского океана, в 730 км юго-восточнее архипелага Чагос. Через несколько минут аппарат был обнаружен службой поисково-спасательного комплекса и взят на борт советского корабля.

Очередной космический эксперимент завершен успешно. Намеченная программа исследований и экспериментов выполнена полностью.

## Сотрудничество социалистических стран в космических исследованиях развивается

### В полете «Интеркосмос-4»

14 октября 1970 г. в Советском Союзе запущен искусственный спутник Земли «Интеркосмос-4». Ученые ГДР, СССР и ЧССР продолжают исследовать ультрафиолетовое и рентгеновское излучения Солнца и влияние этих излучений на структуру верхней атмосферы Земли.

«Интеркосмос-4» выведен на орбиту с параметрами: расстояние от поверхности Земли в перигее — 263 км, в апогее — 668 км, начальный период обращения 93,6 минуты, наклонение орбиты 48°,5.

Одновременно с измерениями на спутнике «Интеркосмос-4» обсерватории Народной Республики Болгарии, Венгерской Народной Республики, Германской Демократической Республики, Польской Народной Республики, Социалистической Республики Румынии, Союза Советских Социалистических Республик и Чехословацкой Социалистической Республики проводят радиоастрономические, ионосферные и оптические наблюдения по согласованной программе.

# ПОЗДРАВЛЯЕМ

ЧИТАТЕЛЕЙ ЖУРНАЛА



С НОВЫМ  
**1971**  
ГОДОМ



Индекс 70336

Цена 30 коп.

Издательство  
«Наука»