



ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

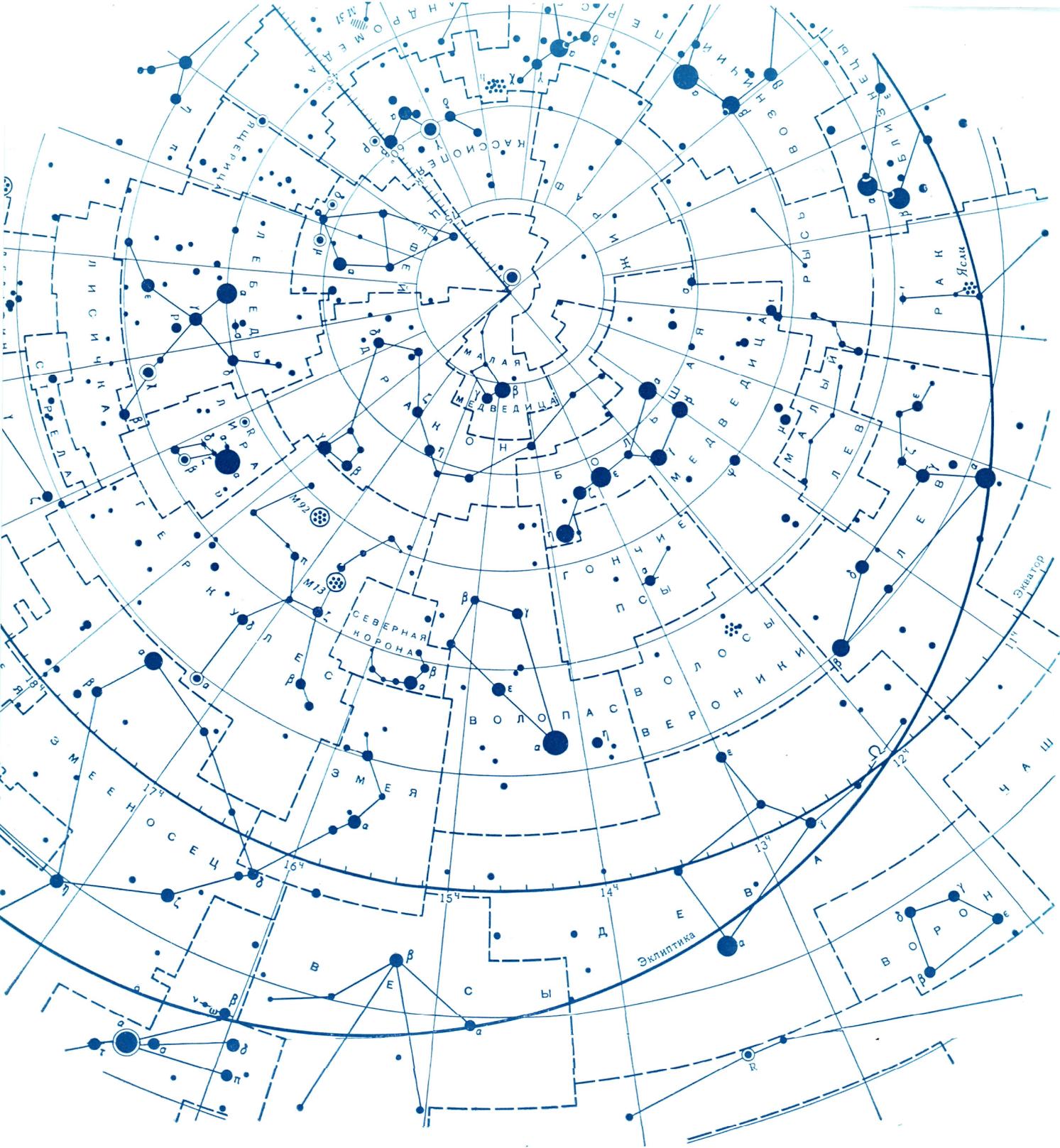
З

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

1965



Июнь 1965 г.
Видимость планет

Венера — во второй половине месяца начало вечерней видимости [созвездие Близнецов]
 Марс виден в первую половину ночи [созвездие Девы; приближенные координаты в середине месяца: прямое восхождение $11^{\text{ч}} 36^{\text{м}}$, склонение $+3^{\circ}$]
 Сатурн виден после полуночи [созвездие Водолея;

приближенные координаты: прямое восхождение $23^{\text{ч}} 6^{\text{м}}$, склонение -7°]
 Уран доступен наблюдению в бинокль в первой половине ночи [созвездие Льва; приближенные координаты: прямое восхождение $10^{\text{ч}} 50^{\text{м}}$, склонение $+8^{\circ}15'$]

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

В НОМЕРЕ

И. С. Шкловский — Рентгеновская астрономия	2
Ян Оорт — Строение и эволюция Галактической системы [окончание]	8
Г. А. Скуридин, В. Д. Плетнев, В. П. Шалимов, И. Н. Швачунов — Солнечный ветер, магнитосфера и радиационный пояс Земли	18
Н. И. Гришин — Тайна средних широт	27
Н. В. Шебалин — Землетрясения и вулканы	34

ЛЮДИ НАУКИ

К. Ф. Огородников — Ученый-пропагандист	39
---	----

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Б. А. Петрушевский — По Индии	42
---	----

ПО ОБСЕРВАТОРИЯМ И ИНСТИТУТАМ

Д. Я. Мартынов — Обсерватории Австралии	51
---	----

ЭКСПЕДИЦИИ

В. В. Мартыненко — В «звездном» дозоре	64
--	----

МЫСЛИ ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

М. М. Дагаев — Назревшие вопросы общего астрономического образования	70
--	----

ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В. В. Радзиевский — Энергию гравитации на службу человеку!	76
--	----

ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

И. Т. Зоткин — Что надо знать о болидах	80
Г. И. Салова — «Загадки Вселенной»	82

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

В. А. Зайцев — О статье С. Гамбурга «Как возникла солнечная система!»	89
---	----

ПОГОДА НАШЕЙ СТРАНЫ

Л. Н. Стрижевский — Лето	90
------------------------------------	----

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

В. А. Орлов — Что такое космическая филателия!	92
--	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

А. В. Ильин — Тонула ли Атлантида!	94
--	----

Книги 1965 года

На обложке: 1-я стр.— Москва. Ленинские горы. Серебристые облака в ночь с 16 на 17 июня 1957 г. Фото Д. Я. Мартынова.
2-я и 3-я стр.— Карты вечерного звездного неба на 15 июня и 15 июля (составлены на основе подвижной карты звездного неба А. Д. Марленского).
4-я стр.— Спиральная галактика М 81. Фотография получена с 200-дюймовым телескопом обсерватории Маунт Паломар.

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР



МАЙ — ИЮНЬ

3 1965

ГОД ИЗДАНИЯ ПЕРВЫЙ

РЕНТГЕНОВСКАЯ АСТРОНОМИЯ

И. С. ШЕЛОВСКИЙ,
профессор

Никогда еще со времен первых телескопических наблюдений Галилея астрономия не переживала такого скачка в своем развитии, как за последние два десятилетия. Мы являемся свидетелями и участниками подлинной революции в нашей древней науке. Традиции, остававшиеся неизменными в течение веков, рушатся. Новые методы исследований преобразили старую науку о небе.

Основной особенностью современного этапа развития астрономии является расширение до огромных пределов спектральной области, в которой ведутся исследования электромагнитных излучений различных космических объектов. Общеизвестно, что астрономия как наука наблюдательная черпает информацию о природе всевозможных небесных светил только из анализа электромагнитных излучений, которые эти тела посылают во все стороны. До недавнего времени из всего огромного диапазона электромагнитных излучений небесных светил астрономы изучали только узкую спектральную полосу, включающую видимый свет и близкие ультрафиолетовые и инфракрасные участки спектра. В частности, со стороны коротких волн эта полоска была ограничена длиной волны 0,29 мк. Более коротковолновое излучение поглощается в земной атмосфере озоном, а также кислородом, азотом и другими, менее обильными составляющими воздушного океана. А между тем уже давно стало ясно, что изучение ультрафиолетового и рентгеновского излучения небесных светил, в первую очередь Солнца, представляет огромный научный интерес. В частности, солнечное излучение в этой спектральной области — основной ионизатор верхних слоев земной атмосферы, где образуются проводящие электричество слои, так называемая ионо-

сфера, играющая важнейшую роль при распространении коротких радиоволн. С другой стороны, ультрафиолетовый спектр Солнца и звезд должен содержать ценнейшую информацию об их химическом составе и физических условиях (например, температуре) поверхностных слоев. По разным причинам такую информацию почти невозможно было получить только из анализа излучения в видимой части спектра.

Единственный способ исследовать излучение небесных тел в коротковолновой области спектра — поднять специальные регистрирующие приборы на очень большую высоту, порядка сотен километров, чтобы поглощающие это излучение сравнительно плотные слои атмосферы остались далеко внизу. Такая возможность появилась только два десятилетия назад в связи с известными успехами ракетной техники. Запуск первого искусственного спутника в нашей стране в 1957 г. открыл новую страницу в этой важнейшей области астрономии. Так возникла ракетная и спутниковая астрономия.

Исследования здесь ведутся методами, далеко не всегда сходными с методами классической астрономии. Например, в рентгеновской астрономии — области ракетной астрономии, занимающейся изучением рентгеновского излучения небесных светил, — нельзя пользоваться телескопами. Этот основной атрибут всякой астрономической обсерватории не может быть применен в рентгеновской астрономии по той простой причине, что рентгеновские лучи почти не преломляются и не отражаются объективами и зеркалами, из какого бы материала они ни были сделаны. Вместо телескопов и связанных с ними аксессуаров, например спектрографов, в рентгеновской астрономии используются специаль-

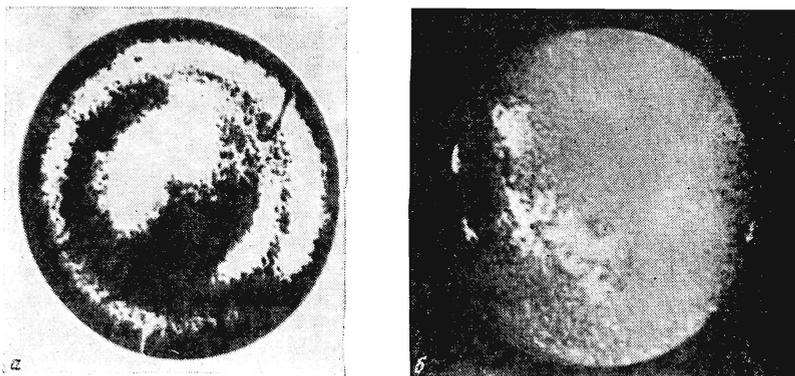
ные высокочувствительные счетчики, позволяющие регистрировать каждый падающий на их поверхность квант. Для того чтобы иметь представление о спектральном составе падающего на счетчик рентгеновского излучения, его поверхность покрывается тонкой пленкой из особых веществ. Пленка в зависимости от своей толщины поглощает рентгеновские кванты со сравнительно малой энергией и пропускает более энергичные кванты. Чтобы узнать направление, по которому проходит рентгеновское излучение, счетчик заключен в металлический тубус. Очевидно, что отношение диаметра счетчика к высоте тубуса определяет тот угол, в пределах которого рентгеновские кванты могут падать на поверхность счетчика. В современных рентгеновских телескопах этот угол обычно порядка десяти градусов или немного меньше. Отсюда видно, что разрешающая способность современной рентгеновской астрономии весьма низка и не идет ни в какое сравнение с разрешающей способностью оптической астрономии.

Примерно такая же неблагоприятная ситуация с разрешающей способностью

рономии приближается к оптической. Можно ожидать, что аналогичный процесс будет происходить и в рентгеновской астрономии. Уже сейчас при исследовании рентгеновского излучения Солнца применение метода камеры-обскуры позволило добиться разрешающей способности около одной минуты дуги. С такой разрешающей способностью было получено рентгеновское изображение Солнца, которое приведено на рис. 1. Рядом для сравнения помещена полученная одновременно фотография Солнца в лучах красной водородной линии H_{α} . В обоих случаях видно, что излучение сосредоточено в активных областях. Яркость рентгеновского изображения в них почти в сто раз больше, чем яркость «спокойного Солнца».

Нужно заметить, что рентгеновское излучение Солнца возникает в довольно высоких слоях его атмосферы — внутренней короне, на несколько десятков тысяч километров выше областей, где светится водородная линия, в лучах которой получен снимок, приведенный на рис. 1. Это было убедительно доказано специальными наблюдениями во время солнечного затме-

Рис. 1. Изображение Солнца в рентгеновских лучах (а) и в лучах красной водородной линии H_{α} (б)



была, как известно, в радиоастрономии в первые годы ее развития, лет двадцать назад. Широкое применение интерференционной методики, увеличение размеров зеркал радиотелескопов до гигантских и переход на более короткие волны резко повысили разрешающую способность радиоастрономических методов исследования. В настоящее время в отдельных случаях разрешающая способность радиоаст-

нономии, когда были запущены ракеты с установленными на них счетчиками описанного выше типа. Счетчики непрерывно регистрировали поток рентгеновского излучения Солнца, а их показания, выразившиеся в регистрации количества импульсов за секунду, передавались на Землю по радиотелеметрии (импульс возникает при попадании одного кванта на счетчик). В момент полной фазы, когда Луна полностью за-

крыла видимый диск Солнца, показания счетчиков не упали до нуля, а только уменьшились. Отсюда можно было сделать важный вывод, что рентгеновское излучение возникает в области солнечной атмосферы, расположенной над видимой поверхностью Солнца.

Сколь ни велики успехи рентгеновской астрономии в изучении Солнца, наиболее важные открытия были сделаны все же в

области знаменитой Крабовидной туманности, в то время как второй, в восемь раз интенсивнее, находится в созвездии Скорпиона. Спектральная область, в которой проводились исследования, была от 1,5 до 8 Å.

Тот факт, что в области Крабовидной туманности оказался источник рентгеновского излучения, весьма знаменателен. Как известно, Крабовидная туманность является мощным источником радиоизлуче-

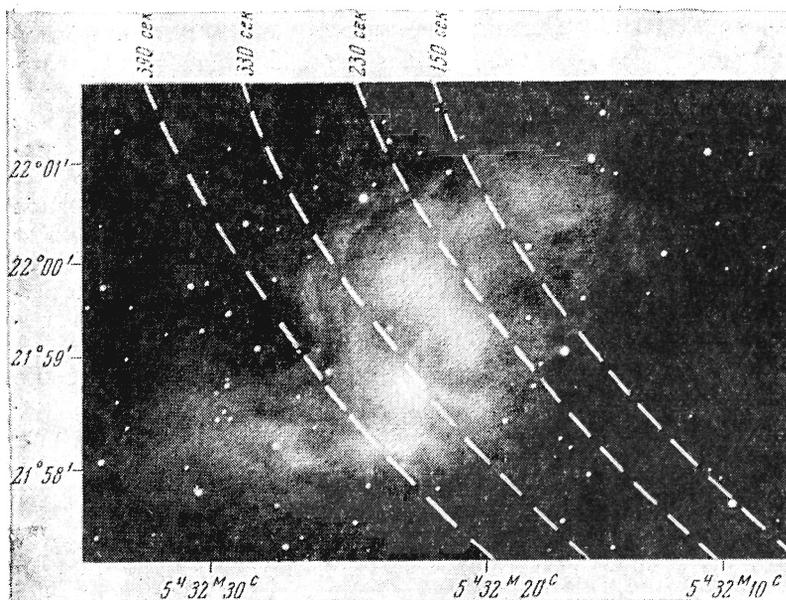


Рис. 2. Покрытие Крабовидной туманности Луной. Пунктирная линия изображает положение лунного края для различных моментов времени

совершенно другой области. В 1963 г. американские ученые, в частности группа Морской лаборатории в Вашингтоне, возглавляемая выдающимся исследователем, «отцом ракетной астрономии», профессором Г. Фридманом, открыли во время ночного полета ракеты два источника рентгеновского излучения. Потоки излучения от них в сотни раз меньше, чем от Солнца, поэтому потребовалось существенное увеличение чувствительности регистрирующих приборов — счетчиков.

Итак, были обнаружены два новых источника космического рентгеновского излучения. Как уже указывалось, разрешающая способность таких измерений довольно низка, поэтому положения этих источников на небе были определены с точностью в несколько градусов. Один источник находится в созвездии Тельца, в

Свыше десяти лет назад автор этой статьи показал, что как радио-, так и оптическое излучение Крабовидной туманности имеет общую, хотя довольно необычную природу. Электромагнитные волны излучаются так называемыми релятивистскими электронами (т. е. такими электронами, энергия которых значительно превосходит mc^2 — энергию покоя электрона), движущимися в магнитном поле, которое пронизывает эту туманность. Такое излучение получило название «синхротронное». Если радиоволны излучаются релятивистскими электронами с энергией 10^8 — 10^9 эв, то оптическое излучение Крабовидной туманности обусловлено значительно меньшим количеством более энергичных электронов с энергией около $3 \cdot 10^{11}$ эв.

Естественно было считать, что вновь обнаруженное рентгеновское излучение

Крабовидной туманности — продолжение ее синхротронного спектра. Ведь если там имеются релятивистские электроны с энергией около $3 \cdot 10^{11}$ эв, почему бы не быть электронам с энергией около 10^{13} эв? Именно такие очень энергичные электроны могут в условиях Крабовидной туманности излучать рентгеновские кванты. С другой стороны, большинство ученых придерживалось мнения, что излучает не туманность, а сверхгорячая маленькая звезда. Когда-то она взорвалась как Сверхновая и наблюдалась китайцами и японцами летом 1054 г. Именно последствия этого взрыва мы сейчас и наблюдаем как Крабовидную туманность.

Какая же из двух точек зрения правильная? Решающее слово должно принадлежать специально поставленным наблюдениям. Но как их провести? Казалось бы, что это задача безнадежной трудности. И тем не менее ее удалось решить.

Автор статьи в начале прошлого года обратил внимание на то, что для выбора между двумя возможными объяснениями природы рентгеновского излучения Крабовидной туманности можно воспользоваться редким событием — покрытием этой туманности Луной, которое как раз должно было иметь место летом 1964 г. В результате особенностей движения Луны, это своеобразное явление происходит приблизительно один раз в девять лет. Итак, край Луны начнет надвигаться на Крабовидную туманность. Представим себе, что в это время запущена специальная ракета, на которой установлен счетчик рентгеновских квантов, «смотрящий» приблизительно в направлении Крабовидной туманности с точностью в несколько градусов. Показания этого счетчика радиотелеметрия непрерывно передает на Землю. Если рентгеновские кванты излучает звезда — бывшая Сверхновая, то источник рентгеновского излучения точечный. Поэтому показания счетчика будут постоянны до того момента, когда край Луны «коснется» звездочки. В этот момент показания счетчика скачком упадут до нулевого уровня, с тем чтобы опять скачком подняться до первоначального уровня, когда противоположный край Луны «сойдет» со звездочки.

Теперь представим себе, что излучает не звезда, а туманность или по крайней мере ее существенная часть. Луна в своем

движении будет проходить Крабовидную туманность в течение нескольких минут, постепенно закрывая различные ее части (рис. 2). Поэтому показания счетчика будут плавно и сравнительно медленно уменьшаться до нуля, а затем, опять же постепенно, начнут расти. Автор сообщил эту идею профессору Г. Фридману. Хотя времени для подготовки такого нелегкого эксперимента было мало, американские исследователи блистательно решили эту важнейшую задачу. Наблюдения, проводившиеся 7 июля 1964 г., дали совершенно определенный результат: излучает туманность, а не звезда. Выяснилось, что размеры области рентгеновского излучения примерно в два раза меньше размеров области оптического излучения, что имеет важное значение для понимания природы Крабовидной туманности.

В самое последнее время были получены интересные данные об еще более «жестком» рентгеновском излучении с длиной волны около $0,3 \text{ \AA}$. Таким образом удалось установить, что Крабовидная туманность обладает единым синхротронным спектром, простирающимся от радиоволн с длиной выше десяти метров до долей ангстрема. Ответственные за это релятивистские электроны имеют энергию от 10^8 до 10^{14} эв. Электроны с энергией около 10^{14} эв настолько сильно излучают в магнитном поле Крабовидной туманности, что за один-два месяца почти полностью теряют свою энергию. Значит, они должны непрерывно воспроизводиться в центральной области туманности. Как же это происходит? Эта одна из важнейших проблем современной астрофизики еще ждет своего решения.

Ну а как быть с другим, значительно более мощным источником рентгеновского излучения, находящимся в созвездии Скорпиона? Ведь на его месте решительно ничего примечательного в видимом свете наблюдать нельзя. Откуда же идет мощный поток рентгеновских квантов?

До тех пор пока источник рентгеновского излучения в Скорпионе был известен, так сказать, в «единственном числе», обсуждать его природу было во всяком случае преждевременно. Но вот совсем недавно американцы обнаружили еще около десяти аналогичных, хотя значительно более слабых, источников. Обнаружены, в частности, рент-

геновские источники в созвездиях Стрельца, Лебедя, Змеи, еще один источник в Скорпионе. Потоки рентгеновского излучения от них в 10—20 раз меньше, чем от самого мощного из источников в Скорпионе. Весьма примечательно, что почти все они расположены в Млечном Пути, довольно близко от его центрального большого круга (галактического экватора). Это означает, прежде всего, что они расположены в нашей звездной системе — Галактике. Кроме того, они удалены от нас на очень большие (по масштабам Галактики) расстояния. Последние, по предварительным оценкам автора, достигают 10 000—20 000 световых лет. Источник в Скорпионе, по-видимому, самый близкий к нам из объектов этого класса. Именно поэтому поток от него наибольший. Скорее всего, расстояние до него около 2000—3000 световых лет. Можно ожидать, что всего в Галактике находится около сотни рентгеновских источников этого типа.

Все эти оценки основаны только на анализе распределения по небу недавно открытых источников рентгеновского излучения. Зная примерное расстояние до этих удивительных объектов и величину потока рентгеновского излучения, который они посылают на Землю, можно оценить обычным образом полную их мощность. Оказывается, что она в несколько тысяч раз больше полной мощности излучения Солнца на всех длинах волн. Это очень большая величина.

Что же можно сказать о природе таких объектов? Естественнее всего было бы считать, что они, подобно Крабовидной туманности, являются остатками взрывов Сверхновых звезд. Однако в таком случае можно было бы ожидать, что на их месте находятся довольно мощные источники радиоизлучения. Ведь Крабовидная туманность — один из наиболее мощных в Галактике источников радиоизлучения. Однако никаких сколько-нибудь интенсивных радиоисточников на месте источников рентгеновского излучения не имеется. С другой стороны, на месте ряда известных источников радиоизлучения, связанных с некогда происходившими вспышками Сверхновых (например, в Кассиопее), источников рентгеновского излучения не обнаружено. Эти факты явно говорят против гипотезы, отождествляющей источники рентгеновского излучения с бывшими Сверхновыми. По-видимому, источник рентгеновского излучения, находящийся

в Крабовидной туманности — «белая ворона» среди подобных объектов. Остается, правда, возможность считать, что источники рентгеновского излучения все-таки бывшие Сверхновые, но их синхротронный спектр необычен. По причине такого спектра сколько-нибудь заметного радио- или оптического излучения не будет. Но эта возможность автору представляется искусственной и маловероятной.

При такой ситуации единственной правдоподобной гипотезой является предположение, что источники рентгеновского излучения — нейтронные звезды. Что же это такое?

Согласно современным представлениям о звездной эволюции, надежно основывающимся на обширном наблюдательном материале и достаточно совершенной теории, звезды образуются из газовой пылевой туманности путем конденсации и постепенно уплотнения. При этом температура в центре такой «протозвезды» непрерывно растет. Когда она достигнет нескольких миллионов градусов, в ее недрах пойдут ядерные реакции. Сжатие протозвезды прекратится. Она будет находиться в состоянии равновесия под действием противоположно направленных сил — гравитационного притяжения (стремящегося сжать звезду) и газового давления (стремящегося расширить ее). В таком состоянии равновесия звезда будет находиться очень долго, миллиарды лет (если ее масса не слишком велика), спокойно излучая за счет ядерных реакций, идущих в ее недрах. Звезды в таком равновесном состоянии находятся на так называемой главной последовательности диаграммы «Герцшпрунга — Рассела». Однако сколько ни велики ресурсы ядерной энергии, они не беспредельны. Наступает такой период в жизни звезды, когда почти весь водород в ее недрах, по причине термоядерных реакций синтеза, превратится в гелий. Это повлечет за собой важные перемены в жизни звезды. Сперва она начнет «раздуваться», ее радиус может увеличиться в десятки раз, температура поверхности уменьшится, а светимость увеличится. Звезда станет красным гигантом. Эта стадия развития звезды сравнительно кратковременна. Что же происходит потом? После исчерпания всех ресурсов ядерной энергии судьба звезды становится драматической. Ничто уже не препятствует действию сил тяготения и звезда

начнет сжиматься. При этом следует различать три случая:

1. Если масса сжимающейся звезды меньше 1,2 солнечной массы, она сожмется до размеров порядка нескольких тысяч километров, после чего дальнейшее сжатие прекратится. Образуется устойчивый объект, называемый белым карликом, средняя плотность которого в десятки и сотни тысяч раз больше плотности воды. Такие объекты уже давно известны астрономам. Классическим примером является знаменитый спутник Сириуса.

2. Если масса сжимающейся звезды больше 1,2, но меньше примерно 2 солнечных масс, звезда может сжаться значительно сильнее, до размеров порядка десяти километров. Образуется устойчивое тело, средняя плотность которого около 10^{15} г/см³, что превышает плотность атомного ядра. При такой чудовищной плотности, как показывают теоретические расчеты, электроны будут как бы «вдавлены» в протоны. Звезда будет состоять из чрезвычайно плотно упакованных нейтронов. Такие нейтронные звезды поначалу должны иметь чрезвычайно высокую температуру поверхности — около 10 млн. градусов. При столь высокой температуре тепловое излучение звезды в основном будет сосредоточено в рентгеновской части спектра.

До последнего времени существование нейтронных звезд обосновывалось только теоретическими расчетами — они были открыты буквально «на кончике пера». Очень похоже, что вновь открытые источники рентгеновского излучения могут быть нейтронными звездами, давно уже предсказанными теоретиками. Следует иметь в виду, что из-за отсутствия внутренних источников энергии нейтронные звезды довольно быстро остывают. Расчеты показывают, что для остывания поверхности такой звезды от 10 млн. до 3 млн.—4 млн. градусов требуется всего несколько сот лет.

Выше мы уже упоминали, что полное количество рентгеновских источников в Га-

лактике вряд ли превышает сотню. Учитывая весьма малое «время жизни» нейтронных звезд при температуре около 10 млн. градусов, можно сделать вывод, что в нашей звездной системе по крайней мере раз в несколько лет появляется, а затем исчезает новая нейтронная звезда. Всего за время жизни Галактики в ней должно было образоваться несколько миллиардов нейтронных звезд. Они и сейчас блуждают в ее просторах — маленькие шарики размером в десять километров и чудовищно высокой плотности. Уже давно почти все они остыли и их собственное излучение ничтожно мало, так что прямыми астрономическими наблюдениями обнаружить их нельзя, несмотря на то, что некоторые из них находятся на таком же расстоянии от Солнца, как и ближайшие звезды. И лишь самые «молодые» из них, только что каким-то способом «вылупившиеся» из недр красных гигантских звезд, имеют настолько высокую температуру, что их рентгеновское излучение может быть обнаружено.

Любопытно, что должно быть большое количество двойных звездных систем, одним из компонентов которых является нейтронная звезда, а другим — видимый объект сравнительно позднего спектрального класса. Может быть, изучая особенности поведения видимого компонента, удастся установить наличие около него невидимой нейтронной звезды?

Таким образом, поразительные успехи рентгеновской астрономии открыли возможность наблюдать звезды на самой последней стадии их развития. А ведь это только первые шаги рентгеновской астрономии.

Мы ничего не сказали об особенностях «финальной стадии» развития сжимающейся звезды в третьем случае, когда ее масса больше двух солнечных. Особенности эти совершенно поразительны и о них стоило бы поговорить отдельно. Однако это уже совсем другая тема, не имеющая прямого отношения к рентгеновской астрономии.

СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ГАЛАКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ*

ЯН ООРТ,
профессор

10. ИЗГИБАНИЕ НАРУЖНЫХ КРАЕВ

Я хочу теперь обратить ваше внимание на замечательные явления, которые открыли наблюдения на волне 21 см в самых внешних частях диска и в его центральной части. Диск имеет отчетливо плоскую форму на всем своем протяжении, вплоть до расстояния в 8 *кпс* от центра. Во внешних частях он поразительным образом изгибается вверх на одной стороне и вниз — на противоположной стороне от центра. Отклонения от средней плоскости Галактики достигают 0,5 *кпс* на расстоянии 15 *кпс* от центра. Нет еще удовлетворительного объяснения этому любопытному изгибанию.

11. РАСШИРЯЮЩИЕСЯ ВЕТВИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

Совершенно неожиданные вещи встречаются в центральной части диска. Здесь выделяется похожая на ветвь структурная деталь, проходящая между нами и галактическим центром и обнаруживаемая в поглощении на фоне мощного радиоисточника в центре (Стрелец А = Sgr A). В данной точке она имеет радиальное движение от центра со скоростью 53 *км/сек*. Эта ветвь обычно называется трехкилопарсековой ветвью, на основании оценки ее расстояния от центра. Она вполне нормальная и довольно правильная спиральная ветвь. Содержащаяся в ней масса газа имеет тот же порядок величины, что и масса отрезка одной из внешних ветвей, имеющего такую же длину, и составляет примерно половину полной массы водорода в центральной части. Строение и движение трехкилопарсековой ветви подробно изучены Ругоором в Лейдене.

* Окончание. Начало в № 2.

Изучая движения в других частях центральной области, Ругоор нашел еще одну «расширяющуюся» ветвь по другую сторону от центра. На долготе центра ее лучевая скорость, также направленная от центра, 135 *км/сек*. Обе «ветви» имеют и поперечные компоненты скорости в направлении вращения Галактической системы. Есть определенные указания на то, что в точке, где ветвь, проходящая позади центра, наблюдается в касательном к ней направлении, на расстоянии, вероятно, около 1 *кпс* от центра, ее скорость вращения намного меньше круговой скорости, определяемой галактическим гравитационным полем. В то время как эта круговая скорость составляет около 250 *км/сек*, тангенциальная скорость ветви, по-видимому, не многим больше 50 *км/сек* в этой точке.

Полная масса газа, уносимая этими расширяющимися ветвями из центральной области, в настоящее время имеет порядок одной солнечной массы в год. Подобные радиальные движения могли бы унести массу всего диска в радиусе 3 *кпс* за время порядка 30 млн. лет. Причина таких больших радиальных движений остается пока неизвестной. Мы также не знаем, является ли этот поток, направленный от центра, постоянным или временным. Я вскоре вернусь к этому вновь.

12. ДИСК В ОБЛАСТИ ЯДРА

Внутри этих расширяющихся ветвей мы встречаемся с совершенно другими обстоятельствами. В пределах 800 *пс* от центра газ, по-видимому, быстро вращается вокруг центра и образует то, что я буду называть «диском ядра» (рис. 6). Угловая скорость в этом очень тонком диске круто возрастает к его центру. Не исключено, что в диске имеет ме-

сто приблизительное равновесие между центробежной силой и тяготением. Требуемая сила тяготения в точности такова, какую следовало ожидать, если бы масса в нашей Галактике была столь же сильно концентрирована к центру, как в туманности Андромеды. Эта концентрация массы должна быть почти целиком обусловлена звездами населения II типа; газ сам по себе может внести только малый вклад. Полная масса атомарного водорода в диске ядра составляет около 5 млн. масс Солнца. Поразительной особенностью является очень внезапный и резкий внешний край, как это показывают, в частности, контуры водородной линии вблизи $l^{\text{II}} = -4^{\circ},5$, на расстоянии 800 pc от центра. Вне этого края скорость вращения газа быстро падает до очень малой величины. Хотя основное движение в диске — его вращение, имеются также данные о наличии достаточно больших радиальных движений в ограниченных областях. Они особенно заметны в резких линиях поглощения ОН, недавно открытых в Австралии. Но прежде чем обратить ваше внимание на эти замечательные наблюдения, я должен упомянуть о той информации, которую можно извлечь из непрерывного радиоизлучения.

Наблюдения общего излучения показали наличие очень мощного источника радиоизлучения — «источника в Стрельце», центр которого совпадает с центром диска. Его сложная структура изучалась приборами с высокой разрешающей силой многими астрономами, в частности Дрейком в Грин-Бэнк, Ю. Парийским в Пулковке и Лекё в Нанси. Два наиболее интенсивных компонента, которые, вероятно, находятся непосредственно в галактическом центре, разделены расстоянием около 25 pc и имеют диаметры 10 и 40 pc . Имеются два других, более слабых компонента по обе стороны от центра, на расстоянии около 100 pc (рис. 7). Все эти компоненты погружены в общую область повышенной радиации, которая имеет полуширину около 300 pc в галактической плоскости. Природа этих источников еще не совсем ясна. Имеющиеся данные изучения радиоспектра показывают, что самые интенсивные и наиболее центральные сгущения испускают синхротронное излучение, в то время как два компонента на расстоянии около 100 pc от центра являются областями НН. Излучение, приходящее от более широких областей, во всяком случае частично, должно быть синхротронным излучением. По абсолютной яр-

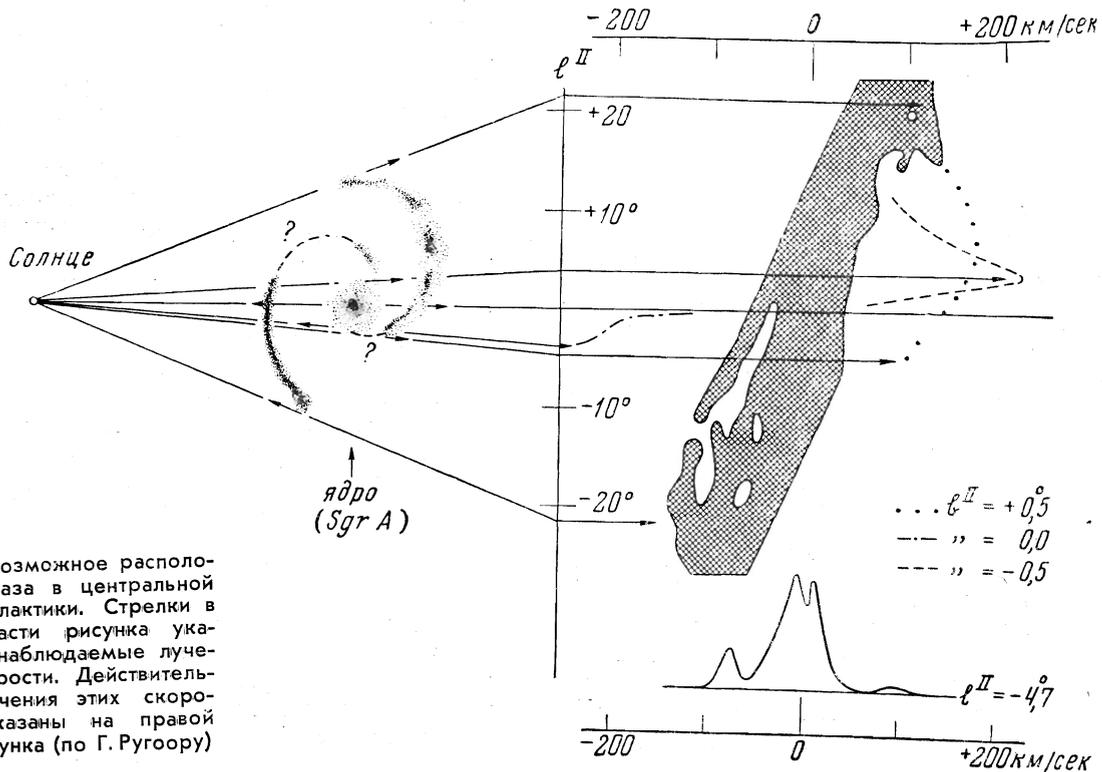


Рис. 6. Возможное расположение газа в центральной части Галактики. Стрелки в левой части рисунка указывают наблюдаемые лучевые скорости. Действительные значения этих скоростей показаны на правой части рисунка (по Г. Ругоору)

кости центральные компоненты примерно в 500 раз ярче туманности Ориона. Для ядра Галактики это отнюдь не является аномально большой величиной.

Все попытки найти источник в Стрельце оптическим путем окончились неудачей. Может быть, неудача объясняется очень силь-

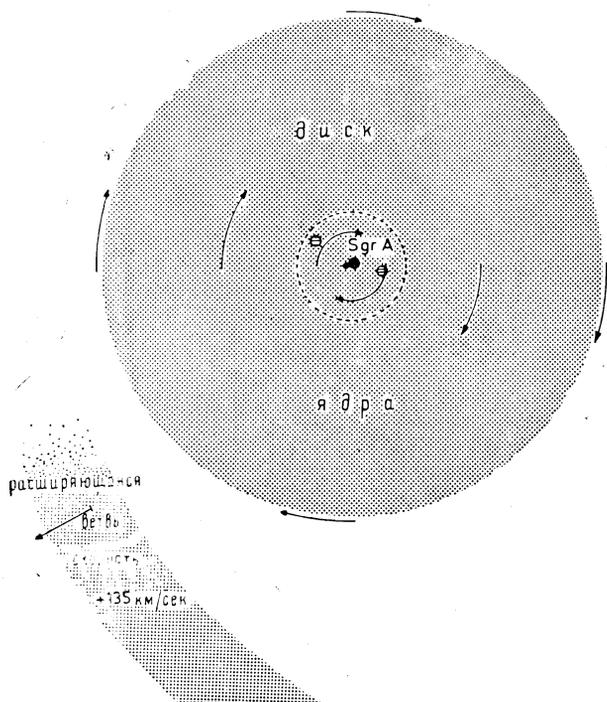


Рис. 7. Диск ядра и радиоисточник в Стрельце. Быстро вращающийся диск имеет весьма резкую внешнюю границу на расстоянии 800 пс от центра. Действительное распределение массы в диске неравномерно и некоторые части его показывают значительные радиальные движения. Пунктирная окружность радиусом в 150 пс показывает контур, соответствующий половине максимальной интенсивности протяженного компонента источника Стрелец А; четыре компактных компонента этого источника показаны малыми кружками

ным поглощением в галактическом диске в этом направлении, но она может также указывать на то, что наше предположение о частично тепловом характере излучения ошибочно. Единственными оптическими признаками вещества, найденного в этой центральной области Куртесом на обсерватории Горного Прованса, являются слабые светящиеся

сгустки, излучающие в линиях $H\alpha$ и $[NII]$. Судя по их скоростям, они, по-видимому, относятся к диску ядра.

Робинзон, Гарднер, ван Дамме и Болтон с большим австралийским радиотелескопом в Парксе за последние месяцы открыли в диске ядра полосу поглощения ОН совершенно беспрецедентной интенсивности. Подобные, но менее детальные наблюдения были проведены в Гарварде. Сравнение с поглощением и эмиссией НI в том же районе показывает, что отношение числа молекул ОН к числу атомов водорода должно быть более чем в 1000 раз больше, нежели в широких окрестностях Солнца. Кажется, что почти весь кислород в небольшом диске связан в радикалах ОН. Так как коэффициент поглощения для ОН много больше, чем для НI, можно наблюдать ОН в поглощении на всем протяжении источника в Стрельце и даже на фоне довольно слабого источника около 3° долготы. Эти наблюдения показывают, что большие сгущения ОН встречаются, вероятно, по всему диску ядра. Местами они обнаруживают большие отклонения от кругового движения. В некоторых местах, по-видимому, встречаются радиальные движения около 130 км/сек, направленные от центра. Вблизи наиболее компактного компонента источника Стрелец А значительная масса газа представляется движущейся **внутри** диска — по направлению к этому компоненту — со скоростями от 0 до 80 км/сек. Эти наблюдения не противоречат наблюдениям эмиссии на волне 21 см, но они показывают явления меньшего масштаба, которые были частично сглажены большей шириной диаграммы направленности при наблюдениях на волне 21 см. Из этих наблюдений мы все же должны заключить, что основным движением подавляющей массы газа в диске ядра является вращение.

Вероятно, наиболее загадочная особенность наблюдений ОН — отношение интенсивностей четырех компонентов полосы ОН, указывающее на то, что везде по диску оптическая толща для наиболее сильных компонентов имеет значения между 4 и 10. Так как видимая полная оптическая толща составляет всего около 0,5, то это показывает, что повсюду по диску молекулы ОН должны быть сконцентрированы в небольшие облака, каждое из которых имеет большую оптическую толщину, но которые все вместе покрывают только около половины источника непрерывного излучения.

Я очень благодарен доктору Болтону за разрешение сообщить здесь эти большей частью еще не опубликованные данные.

13. ПРОИСХОЖДЕНИЕ РАСПИРЯЮЩИХСЯ ВЕТВЕЙ

Разумеется, имеются некоторые соображения относительно происхождения больших радиальных движений, наблюдаемых в центральной части Галактики. Прежде чем изложить эти соображения, сделаем несколько замечаний об областях ядер **других** галактик. Мы отметим в первую очередь, что там движение газа, по-видимому, часто значительно отклоняется от кругового. Наблюдения эмиссионных линий вблизи ядра туманности Андромеды были проведены Мюнчем. Очень интересное исследование центральной области М 51 только что закончено М. и Дж. Бербиджами, которым я очень обязан за разрешение привести выдержки из их еще не опубликованной статьи. В пределах $30''$, или 600 пс , от центра они находят накладывающиеся на общее вращение скорости расширения, достигающие примерно до 150 км/сек . Эти движения характеризуют потоки, вероятно связанные со сложной спиральной структурой этой внутренней области, состоящей из многих ветвей. Они показывают большие неправильности. В некоторых направлениях вещество устремляется к центру. В небольшом ярком ядре радиусом в 30 пс наблюдаются большие турбулентные движения с дисперсией скоростей порядка 200 км/сек по каждой координате. Это явление в малом масштабе напоминает гигантские внутренние движения, найденные в очень ярких ядрах так называемых галактик Сейферта. Наблюдения Мюнча в пределах 500 пс от центра туманности Андромеды не так полны. Однако они также показывают большие отклонения от кругового движения. Видимо, ядра галактик временами могут снабжать газ громадными количествами кинетической энергии. Как это происходит, остается пока загадкой.

Мысль, что галактические ядра могут быть хранилищем неизвестных форм энергии, и даже неизвестного состояния материи, была уже высказана много лет назад нашим президентом Амбарцумяном *. Он не раз под-

черкивал загадочный характер ядер галактик (см. 11-я Сольвейская конференция, Брюссель, 1958, стр. 241 и 13-я Сольвейская конференция, Брюссель, 1964, в печати) и их существенное значение для явлений, наблюдаемых в галактиках. Исчерпывающий обзор всех связанных с этим явлений недавно дан М. и Дж. Бербиджами и Сэндейджем в их статье: «Свидетельства в пользу того, что в ядрах галактик происходят бурные события» (Rev. Mod. Phys., 35, 947, 1963).

Действительно, теперь имеется много свидетельств (особенно в связи с изучением радиоисточников) того, что в ядрах галактик время от времени происходят взрывные явления, охватывающие массы порядка миллиона или больше масс Солнца. В связи с этим соблазнительно предположить, что движения расширения в ветвях, наблюдаемых в цент-

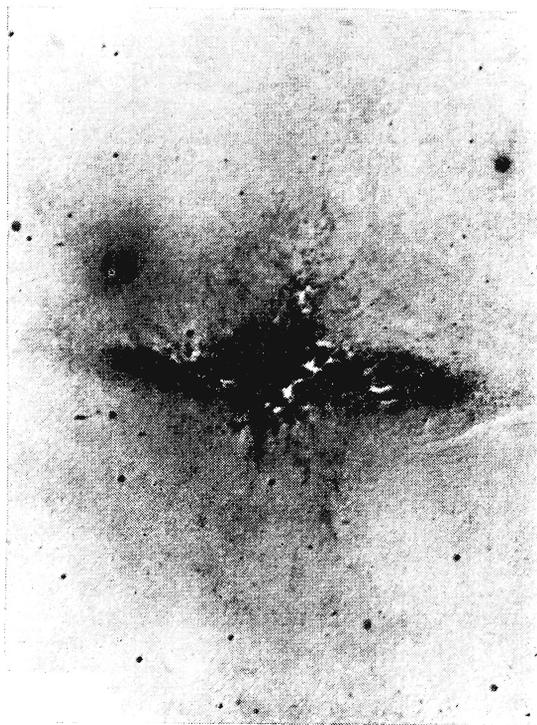


Рис. 8. Фотография галактики М 82, полученная в красных лучах на 200-дюймовом телескопе. Водородные волокна, заметные по обе стороны диска галактики, свидетельствуют о мощном взрыве ее ядра, произошедшего несколько миллионов лет назад. (Эта фотография публикуется в дополнение к присланным автором рисункам)

* В. А. Амбарцумян был президентом Международного астрономического союза в 1961—1964 гг.—
Прим. перев.

ральной части Галактики, вызваны таким гигантским взрывом в ядре. В таком случае это должно было произойти несколько десятков миллионов лет назад и охватить массу порядка 10^7 солнечных масс, если взрыв был более или менее изотропным. Часть этой массы могла выместить газ, который уже находился в галактическом диске, и образовать расширяющиеся и вращающиеся ветви. Такое предположение кажется фантастическим и едва ли представляло бы интерес, если бы оно не было выдвинуто непосредственным свидетельством того, что сильные взрывы такого масштаба действительно происходят. Попытка показать, насколько убедительно это свидетельство, увела бы меня слишком далеко. Однако есть один частный аспект, который я хочу подчеркнуть, так как он непосредственно связан с нашей проблемой.

Из двадцати наиболее ярких галактик среди наших ближайших соседей по крайней мере в двух за последние несколько миллионов лет, должно быть, происходило нечто, по природе своей похожее на такой сверхвзрыв. Один случай — это М 82 (рис. 8), где свидетельства недавнего взрыва, охватившего несколько миллионов солнечных масс, являются непосредственными и вполне убедительными (Линдс в Сэнддейдж, *ApJ*, 137, 1005, 1963); другой — NGC 5128 — радиисточник Центавр А, который, как кажется, находится в разгаре процесса взрыва.

Исходя из этого, следует прийти к заключению, что бурные события в ядрах являются весьма обычными вещами и что поэтому можно пытаться привлечь их для объяснения явлений расширения, наблюдаемых в нашей Галактике и в М 51.

Я хочу подчеркнуть, что нет ни малейшего доказательства того, что расширение ветвей нашей Галактики было вызвано некоторым взрывным явлением. Мы никоим образом не можем исключить возможности того, что магнитные поля, либо сильно асимметричное гравитационное поле, заставляют газ вытекать наружу с такими большими скоростями.

Какое бы объяснение ни было выбрано, мы сталкиваемся с вопросом: каким образом газ, который мы видим теперь вытекающим из ядра, попал до этого в район ядра? До сих пор невозможно ответить на этот вопрос. Мне придется оставить эту проблему без ответа, подобно многим другим вопросам, которых я касался.

Если для объяснения расширяющихся ветвей привлекать взрывные явления, то следует выяснять: какие другие следствия можно ожидать, а также нет ли наблюдений, которые противоречат этой гипотезе? Во-первых, имеется серьезная трудность в том, как объяснить существование диска ядра. Он, должно быть, образовался за невероятно короткое время, либо же, по-видимому, каким-то образом оказался способным выдержать взрыв; во-вторых, мы должны рассмотреть, что произошло с той частью массы газа, которая была выброшена в направлениях, составляющих заметный угол с галактической плоскостью. Если эти углы были не слишком велики, то эти части оболочки, по-видимому, увлекали за собой довольно массивные сгустки газа. Они в таком случае должны были двигаться от центра с большими скоростями, чем расширяющиеся ветви в галактической плоскости.

В. Шэн в Лейдене, по наблюдениям на радиотелескопе Двингелоо, провел обширный обзор области, примыкающей снаружи к району упомянутых расширяющихся ветвей. Одна из задач этого обзора состояла в том, чтобы найти какие-нибудь следы расширения за пределами 4 *kpc* от центра. Никаких подобных следов не было найдено в плоскости Галактики, но на несколько больших широтах были открыты две детали, обладающие

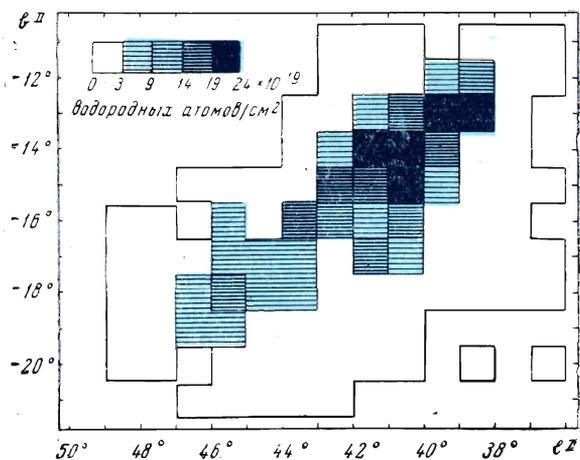


Рис. 9 Распределение плотности в облаке, движущемся с большой скоростью. Различной штриховкой показаны различные поверхностные плотности, выраженные в единицах 10^{19} атомов водорода на кв. см (по Г. Смиуту). Районы, обведенные жирной чертой, полностью исследованы

большой скоростью. Одна из них была подробно изучена мисс Смит. Рис. 9 показывает распределение плотности. Облачный комплекс имеет скорость $+90$ км/сек, что несколько превышает максимальное дифференциальное вращение на этой долготе. Он простирается на площадь в $8 \times 3^\circ$ с центром около -15° широты и явственно отделен от

обширной газовой массы, в которую как бы погружена Галактическая система.

Мы видели, что большая часть межзвездного газа имеет сильную концентрацию к галактической плоскости. Однако, видимо, имеется также некоторое количество газа на больших расстояниях от диска. Самое раннее и наиболее убедительное свидетельство его

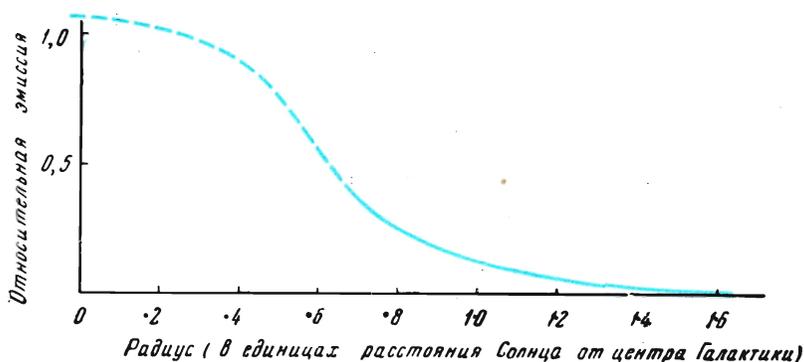


Рис. 10. Излучение галактической короны в функции расстояния от центра (отсчитываемого в галактической плоскости) (по Д. Поузи)

газа диска, имеющего ту же скорость. Природа этого объекта совершенно неизвестна, так как мы не имеем наблюдений, по которым можно было бы определить его расстояние. Может быть, это близкий объект необычной природы, а может быть, он лежит на расстоянии, сравнимом с расстоянием тангенциальной точки, т. е. $7,5$ кпс; в последнем случае масса содержащегося в нем водорода составляла бы полмиллиона солнечных масс. Возможно, что как раз здесь мы наблюдаем деталь, появившуюся вследствие взрыва в ядре.

Газ, выброшенный под еще большими углами к галактической плоскости, вероятно, или совсем покинул Галактику, или, удалившись от ее плоскости, в конце концов упал обратно в галактический слой на больших расстояниях от центра. Дж. Бербидж и Хойл предположили, что газовое гало Галактической системы могло бы образоваться подобным путем и поэтому это гало может быть переходящим явлением.

14. ГАЛАКТИЧЕСКАЯ КОРОНА

Все вышеизложенное приводит нас к рассмотрению одной важной особенности Галактики, которой я еще не касался, а именно

существования дали наблюдения радиоконтинуума. Галактический диск окружен почти сферической «атмосферой», которая излучает радиоволны. Я назову эту протяженную атмосферу галактической «коронай», чтобы отличить ее от гало, состоящего из старых звезд. Она простирается на значительное расстояние за Солнцем и показывает малую концентрацию к центру Галактики (см. рис. 10, взятый из статьи Поузи). Это излучение показывает некоторую концентрацию к диску, но только во внутренних частях; во внешних частях едва ли имеются какие-либо следы диска. Корона имеет свою собственную структуру. Наблюдается несколько больших деталей, подобных хорошо известной Северной шпоре, простирающейся по меньшей мере на четверть неба, а также множество флуктуаций среднего масштаба с колебаниями интенсивности примерно в два раза (рис. 11). Это излучение поразительно поляризовано. В некоторых областях на высоких частотах была даже отмечена почти полная линейная поляризация. Излучение поэтому должно быть синхротронного типа; оно происходит от взаимодействия электронов космических лучей с галактическими магнитными полями. Наблюдаемая структура короны должна

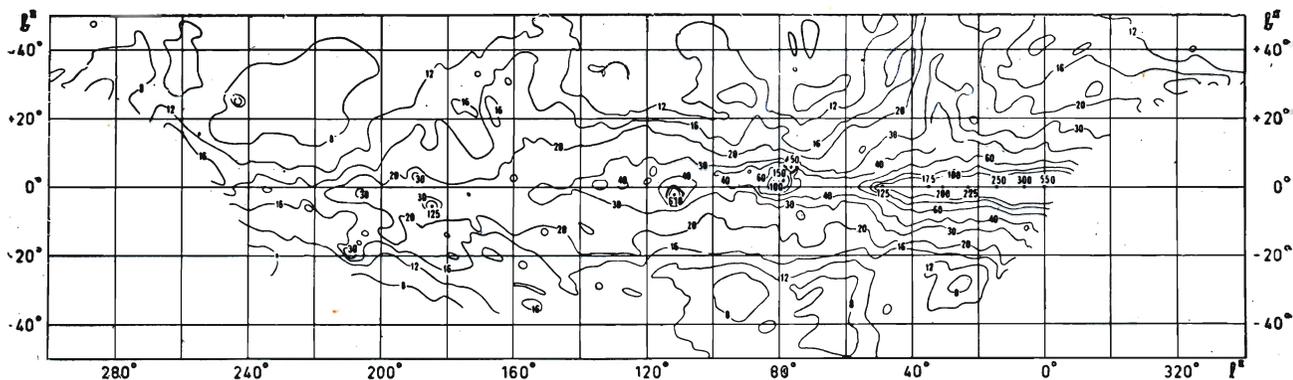
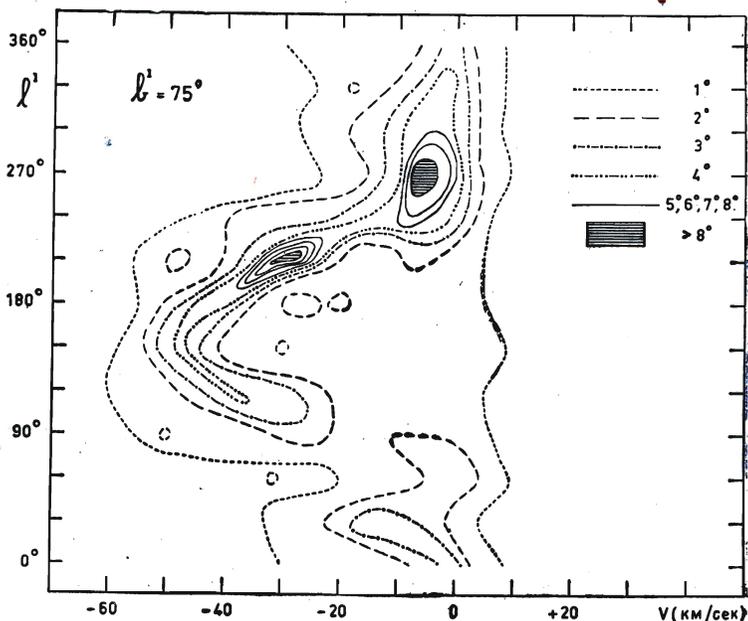


Рис. 11: Распределение непрерывного излучения на длине волны 73 см. Точками показаны дискретные источники; числа, поставленные около них, — максимальные температуры, отмеченные для этих источников (по Ч. Зеегеру, Г. Вестерхауту, Р. Конвэй и Т. Хокема)

отражать структуру магнитного поля в Галактике. Можно надеяться поэтому, что весьма ценная информация о структуре и интенсивности этих магнитных полей будет в конце концов получена из наблюдений поляризации и фарадеевского вращения на разных частотах. Такие наблюдения теперь успешно проводятся на нескольких обсерваториях. Они становятся одним из наиболее важных направлений исследований структуры Галактической системы. Эти наблюдения, однако, находятся в начальной стадии, и мы еще далеки от построения удовлетворительной модели магнитного поля в Галактике.

Носителем магнитных полей должен быть межзвездный газ. Поэтому он должен быть в короне, а структура газовой короны должна, вероятно, иметь некоторое сходство со структурой радиокороны.

Рис. 12. Скорости и интенсивности слоя водорода на галактической широте $+75^\circ$ (по неопубликованному исследованию А. Блау и К. Толберта)



Первое свидетельство существования дискретных газовых облаков на значительном расстоянии от галактической плоскости было получено Мюнчем и Зирином. Они наблюдали некоторое количество далеких ранних звезд в высоких широтах и нашли несколько облаков со скоростями, превышающими 50 км/сек, и находящихся, вероятно, на расстояниях порядка 1 кпс от галактической плоскости.

В течение последних нескольких лет систематические поиски облаков HI в умеренных и высоких широтах были проведены астрономами из Гронингена и Лейдена с радиотелескопом Двингелоо. При этом было найдено большое число деталей с большими

найденные при обширном обзоре между 10 и 25° широты. Они также отчетливо концентрируются между 100 и 140° долготы.

15. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОБЛАКОВ С БОЛЬШИМИ СКОРОСТЯМИ

Наблюдения на волне 21 см не могут дать указания на расстояние деталей, чьи движения сильно отличаются от кругового движения в Галактике. Поэтому в настоящее время любое заключение относительно природы деталей с большими скоростями должно оставаться весьма умозрительным.

Мы могли бы предположить, что газ, обладающий большой скоростью, является частью оболочки Сверхновой, подобно петле в Лебедь. Эта оболочка должна была бы быть весьма близкой, немногим дальше чем 50 пс, чтобы можно было объяснить ее широкое протяжение по небу. Эту гипотезу делают малопривлекательной следующие обстоятельства: 1) не найдено никаких следов далекой стороны оболочки, 2) в высоких широтах не обнаружено никаких оптических объектов и 3) если расстояния не будут неправдоподобно малы, то общая масса окажется слишком велика. Более того, явления, которые наблюдала Дайетер, а также Блау и Толберт, в самых высоких широтах, как представляется, препятствуют объяснению, привлекающему оболочку одной единственной Сверхновой.

Альтернативой к представлению о том, что облака с большими скоростями являются оболочкой близкой Сверхновой, может быть предположение о том, что они представляют собой газ, втекающий в галактический слой извне. В этом случае следует ожидать, что эти облака расположены на расстояниях порядка килопарсека, а их массы должны быть порядка тысяч солнечных масс.

Они могли бы тогда происходить либо из внешних областей галактического диска и представлять собой часть газового потока, выброшенного из внешней ветви в корону и падающего обратно на местную ветвь, либо это подобный же поток, проходящий мимо. Наконец, они могли также прийти из внегалактического пространства.

В первом случае нам пришлось бы заключить, что очень массивные облака могли быть выброшены объектами, находящимися в некоторой внешней спиральной ветви. Полная масса выброшенного газа должна быть по меньшей мере порядка 10^5 солнечных масс. Такая интерпретация требует предположения о до сих пор не известном явлении, поэтому имеет смысл вкратце рассмотреть последствия альтернативной возможности, а именно того, что газ, имеющий высокую скорость, приходит к Галактике извне. В этом случае облака должны падать на Галактику. При этом они могут получить скорости порядка 550 или 600 км/сек*. Так как их скорости в настоящее время раз в пять меньше, то они, должно быть, замедлились благодаря сопротивлению газа в короне или во внешних краях галактического слоя. Облака с высокой скоростью имеют такую низкую поверхностную плотность, что их трудно наблюдать даже наиболее чувствительными приемниками. Вероятно, все первоначальные, еще не заторможенные облака было бы невозможно обнаружить этими средствами. Можно сделать лишь порядковую оценку величины потока вещества на больших расстояниях от Галактики, эквивалентного потоку облаков, обладающих большой скоростью. По порядку величины плотность газа вне Галактики должна быть раз в десять больше критической плотности в расширяющейся Вселенной. Ввиду неоднородного распределения материи во Вселенной, это значение не является невероятно высоким.

Наиболее интересным следствием возможного притока материи из межгалактического пространства было бы то, что относительно большое накопление материи в этом случае следовало бы ожидать вблизи ядра Галактики. В силу большой концентрации массы фактор аккреции вблизи галактического центра был бы на порядок выше, чем в нашей области Галактической системы. Грубая оценка показывает, что приток вещества к диску ядра в таком случае может быть того же порядка, что и отток через расширяющиеся ветви.

Разумеется, заманчиво предположить, что приток из внегалактического пространства

* Имеются в виду скорости, исправленные за движение Солнца к стандартному апоксу.— Прим. перев.



может обеспечить пополнение газа в ядрах галактик. Однако наблюдений еще совсем недостаточно для того, чтобы дать надежную основу для таких предположений. Вполне возможно, что дальнейшие наблюдения могут показать, что описанные явления следует интерпретировать совершенно иным образом.

В настоящее время мы уже пытаемся обнаружить газовую корону Галактики. Однако мы встретились с совершенно другими явлениями. И на что похожа действительная корона, знаем так же мало, как и раньше.



МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ПОЯСА РАДИАЦИИ ЮПИТЕРА

Как показали последние эксперименты, проведенные в радионаблюдательной станции Оуэнс Велли (США), магнитные полюса планеты Юпитер расположены на значительном расстоянии от географических.

Новые наблюдения позволили выдвинуть гипотезу, объясняющую происхождение известного уже в течение десятилетия явления — всплеск радиоизлучения низкой частоты, которые, по-видимому, случаются в одних и тех же пунктах планеты. Как полагают, эксцентрическое магнитное поле создает условия, при которых в ходе вращения планеты магнитные полюса временами оказываются расположенными так, что «нацеливают» электромагнитную радиацию Юпитера по направлению к Земле.

Как и Земля, Юпитер обладает поясом радиации с диаметром около 400 000 км. По мере вращения планеты этот пояс совершает колебания относительно ее центра.

В своих экспериментах американские ученые использовали двойные 30-метровые приемные устройства радионаблюдательной станции в качестве интерферометра. Наблюдения проводились на волне 10 см.

(Science News Letter, v. 86, № 21, 1964, p. 331).

СТРАННАЯ ГАЛАКТИКА

Маргарет Бербидж (США) исследовала спектр неправильной галактики исключительно странной формы (так называемый объект Мейалла). На фотографиях этого объекта наблюдается отходящий от галактики светящийся канал, закрученный общим вращением системы. Длина канала превышает размер всей галактики. Вдоль канала движутся потоки газовой материи. По мнению исследователя, объект Мейалла является примером интенсивного взаимодействия между галактикой и межгалактической средой.

(Astrophysical Journal, v. 140, № 4, 1964).

Подводя итог всему сказанному, я отмечу, что мы, кажется, начинаем понимать кое-что в основных чертах распределения и движений звезд и даже чувствуем, что имеем некоторый набросок картины того, как могла возникнуть и эволюционировать наша звездная система. Кроме того, мы можем понять, почему межзвездный газ концентрируется в тонкий слой и почему этот слой вращается. Но на этом кончается наше понимание поведения газовой составляющей Галактики.

Мы не понимаем ни происхождения ее спиральной структуры, ни даже того, каким образом эта структура может сохраняться.

Мы не знаем причин движения газа прочь от ядра в центральных областях и не знаем, почему плотность газа так низка вблизи 4 кпс от центра.

Мы не знаем, почему в быстро вращающемся диске ядра вещество, по-видимому, находится в состоянии, отличном от того, которое мы встречаем в других местах; мы не знаем также, почему этот диск имеет исключительно резкую внешнюю границу.

Мы не знаем, ни из чего состоит галактическая корона, ни того, как надо интерпретировать удивительные систематические движения газа вне галактической плоскости.

Мы как будто все еще стоим на пороге мира, в котором видим чудесные явления, но не можем их понять. Нас, астрономов, этот мир непреодолимо притягивает именно своими загадками.

Перевод с английского
П. Г. КУЛИКОВСКОГО и П. Н. ХОЛОПОВА

СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР, МАГНИТОСФЕРА И РАДИАЦИОННЫЙ ПОЯС ЗЕМЛИ

Г. А. СКУРИДИН,
доктор физико-математических наук,
В. Д. ПЛЕТНЕВ,
кандидат физико-математических наук,
В. П. ШАЛИМОВ, И. Н. ШВАЧУНОВ

Искусственные спутники Земли и космические ракеты впервые позволили осуществить ряд фундаментальных экспериментов в околоземном космическом пространстве. Результаты экспериментов привели к коренному пересмотру наших представлений о процессах, протекающих в ближайших окрестностях Земли. Эти процессы представляют собой единый комплекс сложнейших геофизических явлений таких, как полярные сияния, магнитные бури, динамика радиационного пояса Земли и геомагнитного поля*.

В настоящее время на основе полученных экспериментальных данных, можно предполагать, что эти явления в основном обуславливаются характером взаимодействия солнечных корпускулярных потоков с магнитным полем Земли.

В данной статье мы остановимся на наиболее интересных фактах, связанных с физической околоземного космического пространства.

СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР

Ученые уже давно пришли к заключению, что от Солнца приходит на Землю не только видимый свет, но и некое излучение, вызывающее такие явления, как геомагнитные возмущения и полярные сияния. Шведские геофизики О. Биркеланд и К. Штермер назвали это излучение «корпускулярными лучами», понимая под ними поток заряженных частиц, идущих от Солнца. Заслуга этих ученых в том, что они впервые обратили внимание на возможность прихода от Солнца заряженных частиц и на возможную связь их с геофизическими явлениями.

К числу явлений, в которых проявляется связь с корпускулярным излучением Солн-

* На основании экспериментальных данных теперь стало ясно, что захваченные геомагнитным полем заряженные частицы образуют единую область радиации (подробнее об этом — в третьем разделе нашей статьи).

ца, следует отнести полярные сияния, флуктуации геомагнитного поля во время бури, а также вариации интенсивности космических лучей на Земле (Форбуш-эффект). Наблюдаемые вариации оказываются наибольшими в период высокой солнечной активности.

С. Чепмен и В. Ферраро в 1930 г. смогли дать удовлетворительное объяснение геомагнитным возмущениям на основе своей теории начальной фазы магнитной бури, предполагая, что Солнце может выбрасывать потоки нейтральной плазмы, которые, двигаясь со скоростью порядка 1000 км/сек, достигают Земли. Обтекая Землю, солнечный поток вызывает геомагнитные возмущения. (Более подробно эта теория излагается в следующем разделе нашей статьи.) Что касается вариаций интенсивности космических лучей, то они получили некоторое объяснение в магнитогидродинамической теории Х. Альфвена на основе предположения, что ионизированный солнечный поток вморожен в магнитное поле. Такой поток способен «выметать» частицы космических лучей из солнечной системы.

В 50-х годах появились работы немецкого ученого Л. Ф. Бирмана, посвященные изучению кометных хвостов. Известно, что голова кометы почти всегда направлена к Солнцу, а ее газовый хвост — от Солнца. (Исключение составляет комета (Аренда — Ролана (1957 г.), имевшая два хвоста, один из которых был направлен от Солнца, а второй, в виде исполинской иглы, устремлен к Солнцу.) Характер хвоста (его кривизна, отклонение от радиуса-вектора и т. д.) зависит от ускорения, которое получают частицы. Согласно механической теории силой, ускоряющей частицы кометного хвоста, считается сила светового давления. Однако объяснить ряд специфических явлений в хвостах комет механическая теория не могла.

Л. Бирман показал, что многие характерные особенности кометных хвостов I типа

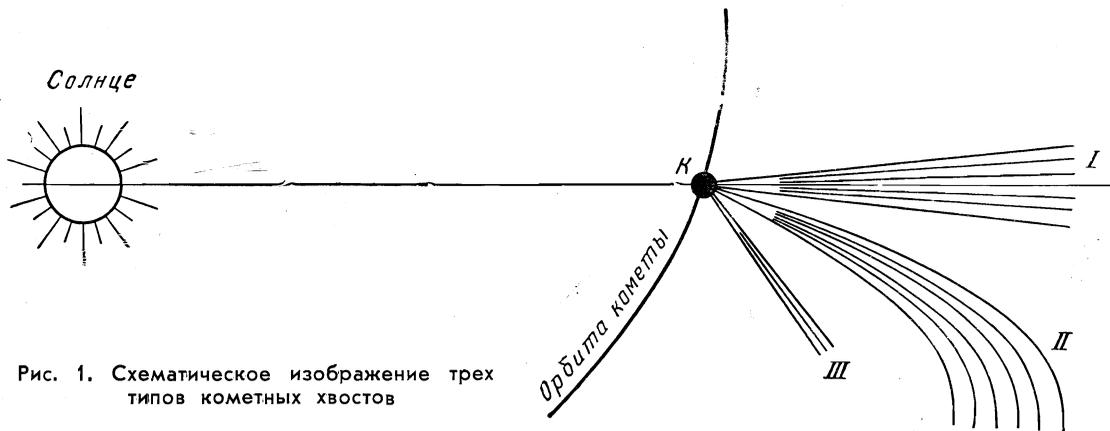


Рис. 1. Схематическое изображение трех типов кометных хвостов

(рис. 1) могут быть удовлетворительно объяснены как результат взаимодействия плазмы кометного хвоста с солнечными корпускулярными потоками. Как подчеркивает Е. Н. Паркер, кометные хвосты — это по существу межпланетные «ударные волны ветра», доказывающие существование устойчиво движущегося, занимающего все пространство корпускулярного излучения*.

Таким образом, из сопоставления всех рассмотренных фактов следует, что корпускулярное излучение постоянно испускается Солнцем во всех направлениях, причем скорость этого излучения сразу же после вспышки на Солнце очень велика.

Естественно возникает ряд вопросов. Какая причина обуславливает непрерывное истечение из Солнца корпускулярного излучения? Каковы источники истечения и какова плотность корпускулярных потоков и скорость их распространения? Каков характер взаимодействия солнечных потоков с межпланетной средой и магнитными полями планет солнечной системы?

Изучению этого круга вопросов посвящены очень важные исследования советских астрофизиков Э. Р. Мустеля и А. Б. Северного. В работах 1953—1957 гг. С. К. Всехсвятского, Е. А. Пономарева, Г. М. Никольского и В. И. Чередниченко солнечные корпускулярные потоки отождествлялись с корональными лучами, при этом была рассмотрена динамическая модель солнечной короны.

* Теория Л. Бирмана по ряду причин подверглась критике (см. Л. С. Марочник, УФН, 82, № 2, 1964). Однако его основная идея о воздействии корпускулярных потоков на хвосты комет является правильной. В дальнейшем было показано, что основную роль во взаимодействиях солнечных корпускулярных потоков с кометной атмосферой играет магнитное поле. В рассмотрении этого явления также оказался плодотворным магнитогидродинамический метод Х. Альвена.

К сожалению, указанные авторы не сделали важного вывода из своей теории о расширении солнечной короны в космическое пространство.

В настоящее время наиболее развитой гипотезой о непрерывно истекающих из Солнца корпускулярных потоках является гипотеза расширяющейся солнечной короны Чепмена — Паркера. Рассмотрим ее основные идеи.

Расчеты С. Чепмена показали, что если температура солнечной короны порядка 1 млн. градусов, то ионизованный газ короны, благодаря своей высокой теплопроводности, создает большой поток тепла и распространяется вплоть до орбиты Земли, имея на этом расстоянии температуру около 200 000°. Исходя из данных о плотности короны вблизи Солнца, С. Чепмен получил значение плотности короны вблизи Земли 100—1000 атомов водорода в 1 см³, что соответствует данным, ранее полученным по измерению, например, поляризации зодиакального света. Это позволило С. Чепмену сказать, что «...мы живем в солнечной короне».

Недостаток этой гипотезы в том, что С. Чепмен рассматривал солнечную корону в гидростатическом равновесии. Развивая дальше идеи С. Чепмена, Е. Паркер показал, что корона Солнца не может находиться в гидростатическом равновесии.

Е. Паркер рассмотрел задачу о гидродинамическом расширении солнечной короны и пришел к неожиданному результату, что скорость расширения на «бесконечности» имеет нижним пределом значение

$$v(\infty) > \left(\frac{10}{9} \frac{3kT_0}{m} \right)^{1/2}.$$

Таким образом, начиная с $r = l$ (l — радиус основания короны), при

$$\lambda = \frac{GM_{\odot} m}{lkT_0} \gg 1$$

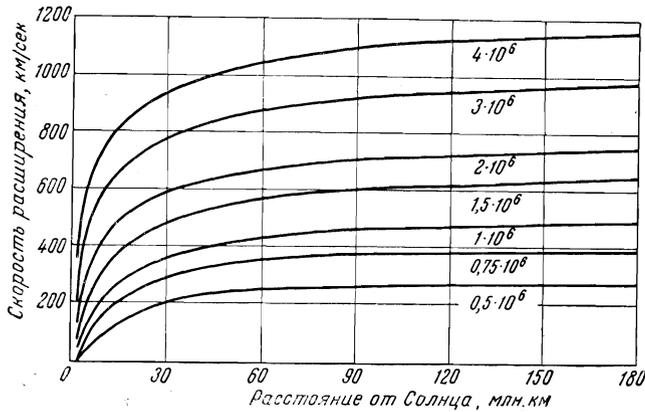


Рис. 2. Скорость расширения солнечного ветра в космическое пространство зависит от температуры короны. Значения температуры указаны около каждой кривой от 500 000 (внизу) до 4 млн. градусов. Орбита Земли находится на расстоянии 150 млн. километров

солнечная корона расширяется, достигая на расстоянии порядка 10 млн. км скорости в несколько сот километров в секунду (рис. 2, 3). В этой формуле λ — гравитационный потенциал иона на исходном уровне, G — гравитационная постоянная, M_{\odot} — масса Солнца, m — масса иона. T_0 — температура короны, k — постоянная Больцмана. Если при этом принять плотность короны у основания, равную $N = 3 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3}$, то у орбиты Земли получим $N = 2 \cdot 10^2 \text{ см}^{-3}$.

Отсюда Е. Паркер сделал важный астрофизический вывод, что гидродинамически расширяющаяся солнечная корона представляет собой корпускулярное излучение Солнца. Этот непрерывный солнечный сверхзвуковой поток, излучаемый Солнцем, Е. Паркер и назвал «солнечным ветром».

В 1959 г. были осуществлены первые полеты советских космических ракет с аппаратурой для изучения межпланетной плазмы. Опыты по измерению потоков межпланетной плазмы проводились под руководством К. И. Грингауза.

13 сентября 1959 г. на расстоянии более 200 000 км от Земли были впервые зарегистрированы солнечные корпускулярные потоки (солнечный ветер). Затем потоки регистрировались в октябре 1959 г. на расстоянии 470 000 км и в феврале 1961 г. на расстоянии до 1 млн. километров при полете советской автоматической межпланетной станции «Венера-1». Скорость зарегистрированных потоков равнялась 400 км/сек, концентрация ча-

стиц в потоке колебалась в пределах 25 частиц · см⁻³, а величина потоков составляла 10⁸ — 10⁹ частиц · см⁻² · сек⁻¹.

Дальнейшие исследования солнечного ветра проводились на американском искусственном спутнике «Эксплорер X» и особенно на космической ракете «Маринер II». Эти измерения убедительно доказали, что в космическом пространстве постоянно «дует» солнечный ветер, скорость которого у Земли равна 300—500 км/сек. Магнитные измерения на космических ракетах «Пионер V» и «Маринер II» уточнили физическую структуру солнечного ветра. Он может становиться турбулентным, иногда усиливаться и даже дуть порывами. Как показал Э. И. Могилевский, турбулентные элементы солнечного ветра могут иметь бессловую структуру. Во время порывов ветра наблюдаются петли и изгибы магнитного поля.

Таким образом прямые измерения на искусственных спутниках и космических ракетах в общем подтвердили астрофизические идеи Е. Паркера о природе солнечного ветра, что является важнейшим научным открытием в исследовании космического пространства. Это открытие важно не только с точки зрения изучения динамических процессов, происходящих на Солнце; оно имеет принципиальное значение для изучения ряда геофизических явлений вблизи Земли, таких, как магнитные бури, полярные сияния, радиационный пояс Земли.

Солнечный ветер, по-видимому, как раз и есть тот космический «возмутитель спокойствия», который в первую очередь ответствен за многие процессы в околоземном пространстве.

МАГНИТОСФЕРА ЗЕМЛИ

Магнитное поле Земли сходно с полем однородно намагниченной сферы или точечного магнитного диполя. Изучение геомагнитного поля на наземных магнитных обсерваториях позволило установить существование нескольких крупных магнитных аномалий, составить довольно точные карты магнитного поля на поверхности Земли и выяснить характер изменений геомагнитного поля со временем.

В некотором приближении магнитное поле Земли может быть представлено моделью поля диполя, расположенного в центре Земли, ось которого пересекает земную поверхность

в точках с географическими координатами для эпохи 1955 г. $78^{\circ},3$ северной широты, $291^{\circ},0$ восточной долготы (южный магнитный полюс) и $78^{\circ},3$ южной широты, $111^{\circ},0$ восточной долготы (северный магнитный полюс). При этом магнитная ось Земли не совпадает с осью ее вращения, а наклонена к ней под углом $11^{\circ},7$.

Легко подсчитать магнитный момент диполя $M = H_0 a^3$, где H_0 — напряженность поля на геомагнитном экваторе, равная $0,3120$ эрстед или 31200 гамм (1 гамма = 10^{-5} э), $a = 6372$ км — радиус Земли. При этих значениях $M = 8,07 \cdot 10^{25}$ э · см³.

Следующим приближением будет поле такого же диполя, расположенного в эксцентричной точке O' ($6^{\circ},5$ северной широты, $161^{\circ},8$ восточной долготы) на расстоянии 436 км от центра Земли. Поскольку измерения магнитного поля на искусственных спутниках Земли показали на расстояниях от 2 до $5-6$ радиусов Земли довольно хорошее согласие с дипольной моделью, для многих теоретических расчетов удобно вводить геомагнитные координаты (подобно географическим), а иногда даже пренебрегать несовпадением геомагнитной оси с осью вращения.

Магнитное поле Земли испытывает медленные изменения во времени, называемые вековыми. Они заключаются в уменьшении магнитного момента в среднем на 25 гамм ежегодно и дрейфе магнитных полюсов со скоростью около $0^{\circ},15$ в год. Кроме того, существуют и быстрые вариации геомагнитного поля как регулярные (суточные), так и нерегулярные, часто довольно сильные. Большие нерегулярные возмущения геомагнитного поля, имеющие мировой характер, называются магнитными бурями. При регистрации их на магнитных обсерваториях обнаруживаются следующие особенности. Начало наиболее сильных бурь, связанных с солнечными вспышками, характеризуется резким возрастанием горизонтальной составляющей H_T напряженности магнитного поля H (бури с внезапным началом). Момент начала в различных пунктах на Земле редко отличается более чем на минуту. Далее следует начальная фаза бури (иногда очень короткая), во время которой H_T изменяется сравнительно мало; а затем — главная фаза продолжительностью в несколько часов. В течение ее H_T падает ниже среднего невозмущенного уровня, причем это возмущение по абсолютной величине значительно больше возмущения при внезапном начале. За минимумом H_T следует возвращение к исходному уровню, занимающее до нескольких дней — обратная фаза бури.

Наблюдаются также бури с постепенным началом, связанные с солнечными пятнами (вернее с так называемыми M -областями на Солнце). Они обнаруживают тенденцию к повторяемости через 27 дней (период вращения Солнца вокруг оси).

Описание возмущения во время магнитной бури, называемые D_{st} -возмущениями, являются усредненными по большому числу бурь. Характер этих вариаций одинаков на всех геомагнитных широтах ниже 60° . В высоких широтах определение возмущений этого типа затруднено значительными местными вариациями.

D_{st} -возмущения в других составляющих напряженности геомагнитного поля выражены намного слабее.

Примеры магнитограмм с записями магнитных бурь приведены на рис. 4.

Во время магнитной бури усиливаются полярные сияния, которые нередко наблюдаются в области более низких широт, чем обычно. Например, во время бури $10-11$ февраля 1958 г. полярные сияния были видны даже в тропиках. В магнитоспокой-

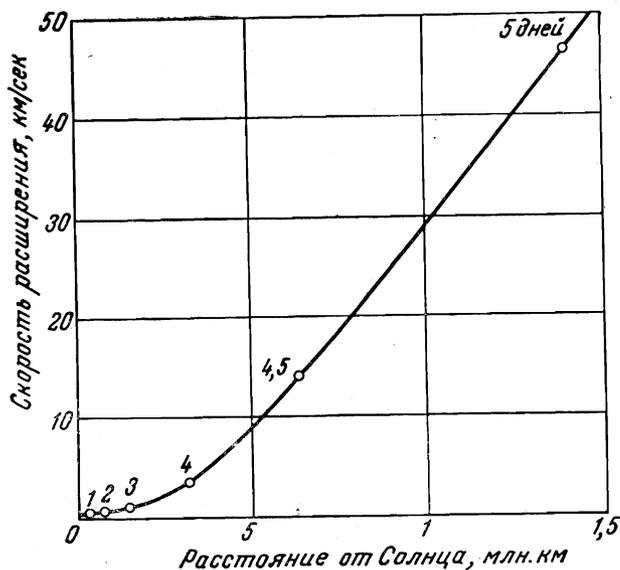


Рис. 3. Скорость расширения солнечной короны около Солнца быстро увеличивается после относительно медленного начального расширения. Это происходит потому, что частицы не испытывают торможения в космическом пространстве

ное время максимальная частота появления полярных сияний отмечается на геомагнитных широтах около $\pm 67^\circ$. Пояс этих широт называется зоной полярных сияний. Частота появления сияний около полюсов значительно ниже, а на широтах ниже 50° уменьшается почти до нуля.

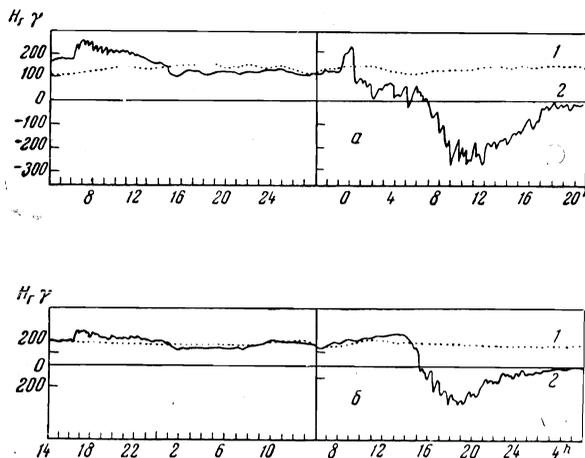


Рис. 4. Магнитограммы магнитных бурь:

а — буря с внезапным началом; б — буря с постепенным началом; 1 — запись в магнитоспокойное время; 2 — запись во время бури

В начале XX столетия К. Штермер пытался объяснить полярные сияния вторжением невзаимодействующих друг с другом заряженных частиц, испускаемых Солнцем, в геомагнитное поле, которое он считал дипольным. К. Штермер показал, что наибольшее количество частиц, которые могут достигнуть атмосферы Земли, приходится на полярные области. Для попадания в зоны полярных сияний такие частицы должны были бы иметь, согласно Штермеру, энергию порядка десятков мегаэлектрон-вольт ($1 \text{ Мэв} = 10^6 \text{ эв} = 1,67 \cdot 10^{-6} \text{ эрг}$). Однако экспериментами было установлено, что в образовании полярных сияний основную роль играют частицы низких энергий. Оказавшись полезной для изучения космических лучей, теория Штермера не смогла объяснить механизм полярных сияний и магнитных возмущений.

Мы уже упоминали о теории С. Чепмена и В. Ферраро, предположивших, что магнитные бури возникают в результате воздействия на геомагнитное поле потока ионизи-

ванного газа, состоящего из положительно и отрицательно заряженных частиц, выбрасываемых Солнцем. При скорости около 1000 км/сек такой поток достигнет Земли примерно через 30 часов после вспышки на Солнце.

Если проводимость газа очень велика, то магнитное поле не может проникнуть через границу потока. Электрические токи, возникающие на этой границе, как бы выталкивают магнитное поле Земли из области, занимаемой потоком. Силовые линии поля будут деформироваться, прижиматься к диполю с освещенной Солнцем стороны. Магнитное давление препятствует движению потока, поэтому если первоначально граница потока была плоской, параллельной оси диполя, то, приближаясь к диполю, она становится вогнутой и останавливается там, где магнитное давление становится равным давлению потока. Вдали от диполя его поле мало влияет на движение потока, поэтому поток как бы обтекает диполь, образуя полость, внутри которой заключено магнитное поле Земли.

Количественные оценки удалось сделать, однако, только в предположении, что граница потока является абсолютно проводящей плоскостью. В этом случае искажение дипольного магнитного поля можно представить полем магнитного диполя, «зеркально» отраженного относительно плоской границы потока (рис. 5). Напряженность результирующего поля на расстоянии r_0 от центра Земли в плоскости геомагнитного экватора в этом случае в два раза больше дипольного; точки А и А' называются нейтральными, так как напряженность поля в них равна нулю. Расстояние r_0 определяется из условия равенства в точке Р магнитного давления $\frac{H^2}{8\pi}$ и давления набегающего потока p_0 . Поскольку в точке Р:

$$H = 2 \frac{H_0 a^3}{r_0^3},$$

для r_0 получим формулу

$$r_0 = a \left(\frac{H_0^2}{2\pi p_0} \right)^{1/6},$$

где a — радиус Земли.

Для объяснения уменьшения напряженности поля во время главной фазы бури С. Чепмен и В. Ферраро допускали возможность захвата геомагнитным полем заряженных частиц и образования из них кольцевого тока западного направления на расстоянии около $10a$ от Земли. В магнитоспокойный период, согласно их предположению, солнеч-

ный корпускулярный поток должен был отсутствовать, а дипольное магнитное поле Земли простирается до бесконечности.

С созданием искусственных спутников Земли появилась возможность более широкого исследования геофизических явлений и их связи с солнечной активностью. Измерения геомагнитного поля в околоземном космическом пространстве, проведенные в 1958—1959 гг. на первой и второй советских космических ракетах, а также на американской ракете «Пионер I», показали, что на расстояниях больше пяти-шести земных радиусов магнитное поле заметно отличается от дипольного. Уменьшение напряженности поля замедляется с увеличением расстояния от Земли.

В 1960 г. космическая ракета «Пионер V» обнаружила на расстоянии около десяти радиусов Земли на солнечной стороне существование границы, за которой напряженность поля резко убывает до значений, характерных для межпланетного магнитного поля (порядка 5—10 гамм), тогда как внутри границы (вблизи нее) поле увеличивается по сравнению с дипольным почти в два раза. В дальнейшем эксперименты на американских искусственных спутниках Земли «Эксплорер X», «Эксплорер XII», «Эксплорер XIV», «Эксплорер XVIII» (IMP-I) и советских спутниках серии «Электрон» привели к следующим представлениям о магнитном поле Земли. Геомагнитное поле заключено внутри некоторой области, называемой магнитосферой, граница которой в магнитоспокойное время расположена на дневной стороне на расстоянии около десяти земных радиусов, а на теневой стороне удалена более чем на 30 радиусов Земли. В начале бури отмечается приближение этой границы к Земле. Пограничная область, называемая магнитопаузой, имеет протяженность в несколько земных радиусов и характеризуется резким спадом напряженности поля, сильными флуктуациями его и постепенным переходом в межпланетное поле.

Измерения заряженных частиц на тех же спутниках показали, что максимальные потоки высокоэнергичных заряженных частиц наблюдаются внутри магнитосферы, а низкоэнергичных (на солнечной стороне) — в области магнитопаузы.

Измерения заряженных частиц выявили существование еще одной границы — фронта

стоячей ударной волны, отделяющей магнитопаузу от невозмущенного солнечного потока (солнечный ветер).

Результаты этих экспериментов говорят о том, что взаимодействие солнечного ветра с магнитным полем Земли существует постоянно, а не только во время магнитных бурь. Это приходится учитывать при построении теоретических моделей магнитосферы.

Гипотеза С. Чепмена и В. Ферраро пригодна и в этом случае, однако она не позволяет определить форму полости, образованной в потоке магнитным полем Земли, и форму силовых линий внутри магнитосферы, так как реальная трехмерная задача намного сложнее двухмерной задачи, рассмотренной С. Чепменом и В. Ферраро.

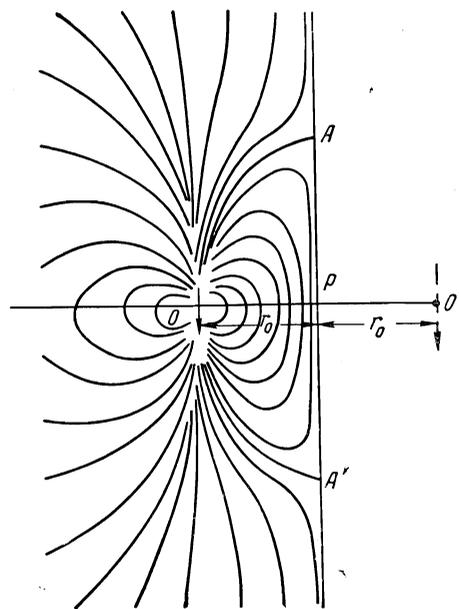


Рис. 5. Возмущение геомагнитного поля полем отраженного диполя по модели Чепмена — Ферраро

Современные представления о модели магнитосферы основываются на характере взаимодействия дипольного магнитного поля Земли со стационарным квазинейтральным сверхзвуковым потоком ионизованного газа — солнечным ветром. При обтекании препятствия (магнитосферы) сверхзвуковым потоком газа впереди препятствия образуется ударная волна, проходя через фронт которой поток становится дозвуковым, а плотность и давление в нем увеличиваются. В зоне между

фронтом ударной волны и препятствием (в магнитопаузе) картина обтекания усложняется, вблизи границы магнитосферы образуется пограничный слой, в котором текут электрические токи. Вне магнитосферы они экранируют солнечную плазму от магнитного поля Земли и увеличивают напряженность магнитного поля внутри магнитосферы. Установившийся поток плазмы оказывает давление на магнитное поле, и положение границы магнитосферы определяется из условия уравновешивания этого давления плазмы собственным давлением магнитного поля.

Пусть давление плазмы p_0 , а собственное давление магнитного поля $\frac{H_t^2}{8\pi}$. Давление потока при сверхзвуковом обтекании равно

$$p_0 = 2mnv^2 \cos^2 \psi,$$

и поэтому

$$\frac{H_t^2}{8\pi} = 2mnv^2 \cos^2 \psi,$$

где H_t — составляющая напряженности магнитного поля Земли на границе магнитосферы, касательная

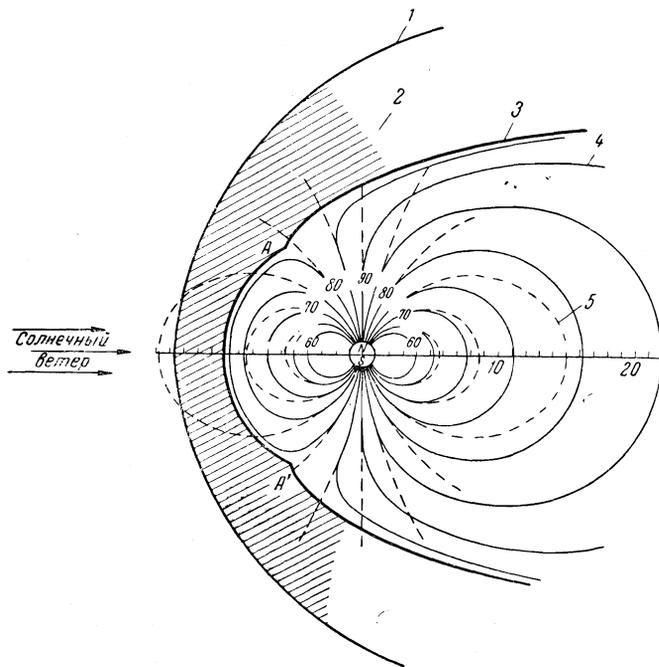


Рис. 6. Магнитосфера Земли. Разрез в плоскости полуденного и полуночного меридианов:

1 — фронт ударной волны; 2 — магнитопауза; 3 — граница магнитосферы; 4 — силовые линии возмущенного диполя; 5 — силовые линии невозмущенного диполя

к силовой линии (тангенциальная составляющая); n — число протонов в 1 см^3 потока; m — масса протона; v — скорость солнечного ветра и ψ — угол между направлением солнечного ветра и нормалью к границе магнитосферы.

Наиболее просто определить расстояние (r_0) до границы магнитосферы в направлении Земля — Солнце. При этом $\cos^2 \psi = 1$, и как в модели Чепмена — Ферраро,

$$r_0 = a \left(\frac{H_0^2}{4\pi mnv^2} \right)^{1/2}.$$

При скорости солнечного ветра 500 км/сек и плотности $2,5 \text{ частицы/см}^3$ граница магнитосферы будет находиться на расстоянии десяти земных радиусов. При «усилении» солнечного ветра (при возрастании скорости или плотности потока) расстояние до границы магнитосферы уменьшается, а при «ослаблении» — увеличивается.

Точное решение задачи о форме магнитосферы в двухмерном случае дали еще в 1959 г. советские ученые В. Н. Жигулев и Е. А. Ромишевский, а трехмерная задача даже в настоящее время решается только приближенно. При этом получены следующие основные результаты. Форма границы магнитосферы в плоскости, содержащей геомагнитную ось и линию Земля — Солнце, показана на рис. 6. На освещенной Солнцем стороне на широтах до 70° граница магнитосферы мало отличается от сферической. На теневой стороне она образует вытянутый «хвост», который, в зависимости от сделанных при решении задачи предположений, может оказаться замкнутым или разомкнутым. Вектор напряженности магнитного поля на границе имеет только тангенциальную составляющую всюду, за исключением нейтральных точек A и A' , в которых напряженность поля равна нулю. На этом же рисунке показана примерная форма силовых линий магнитного поля. Области нейтральных точек характеризуются тем, что заряженные частицы могут легко проникать вдоль силовых линий в полярные области атмосферы Земли, тогда как во всех других областях границы может происходить лишь «просачивание» (диффузия) заряженных частиц через границу. Однако этот процесс является чрезвычайно медленным. Поэтому основным механизмом инъекции частиц внутрь магнитосферы является их прорыв через нейтральные точки.

В плоскости геомагнитного экватора магнитосфера имеет вид, показанный на рис. 7. Нейтральных точек здесь не существует.

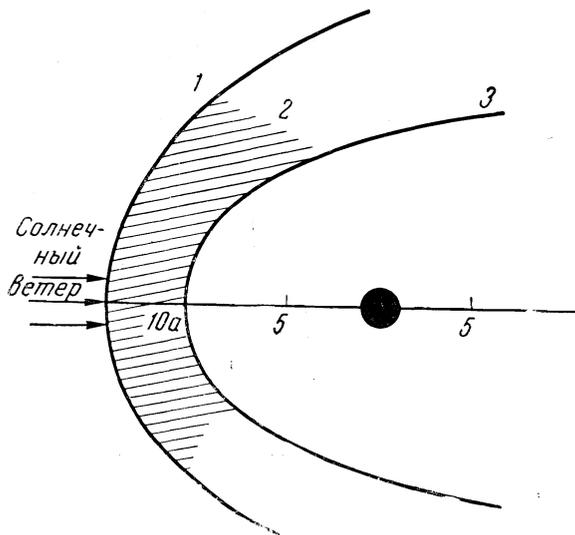


Рис. 7. Магнитосфера Земли. Экваториальная плоскость. Обозначения те же, что на рис. 6

Описанная здесь модель магнитосферы основана на нескольких упрощающих предположениях. Во-первых, принято, что геомагнитная ось совпадает с осью вращения Земли. Во-вторых, направление солнечного ветра считалось перпендикулярным к оси диполя и «сила» солнечного ветра предполагалась постоянной. В-третьих, не учитывалось существование межпланетного магнитного поля. На самом деле задача значительно сложнее, и существует много подходов к ее решению.

Рассмотрим теперь, какие изменения происходят в магнитосфере во время магнитной бури. Причина бурь — корпускулярные потоки, более энергичные, чем стационарный солнечный ветер; скорости частиц в таких потоках могут достигать до 1500 км/сек , а плотность может увеличиваться на два-три порядка.

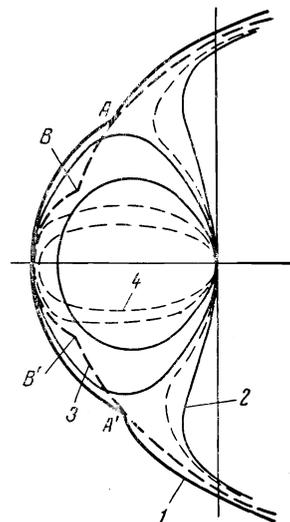
Воздействие таких корпускулярных потоков на магнитосферу в начальную фазу бури приводит, как уже было отмечено, к сдвигу границы магнитосферы по направлению к Земле, а также к усилению поверхностных токов, текущих вдоль границы магнитосферы. На Земле в это время отмечается возрастание H_r -компоненты поля.

Во время главной фазы магнитной бури силовые линии оказываются несколько спрямленными по сравнению с дипольными и вытянутыми в направлении Земля — Солнце. При этом широта, на которой расположены нейтральные точки, уменьшается, что позволяет заряженным частицам проникать в атмосферу Земли вдоль силовых линий на более низкие широты (рис. 8). Зоны полярных сияний в это время также смещаются в более низкие широты. Главная фаза магнитной бури не получила до сих пор определенного теоретического объяснения.

Одной из самых ранних попыток объяснения главной фазы бури была гипотеза А. Шмидта (1916 г.) о существовании кольцевого тока, текущего в западном направлении. Согласно этой гипотезе такой ток существует все время, уменьшая магнитное поле вблизи Земли, а в период магнитной бури этот ток значительно усиливается. С. Чепмен и В. Ферраро, как уже говорилось, в своей гипотезе также допускали существование такого тока. В 1957 г. американский ученый С. Ф. Зингер показал, что движение заряженных частиц в поле Земли и распределение их должны быть такими, какие впоследствии были обнаружены в радиационных поясах Земли при исследованиях с помощью спутников и космических ракет. Заряженные частицы вращаются вокруг силовых линий, совершают быстрые колебания вдоль силовых линий между точками отражения и дрейфуют вокруг Земли: электроны — на восток, прото-

Рис. 8. Магнитосфера Земли в главную фазу магнитной бури:

1 — граница магнитосферы в начальную фазу бури (A и A' — нейтральные точки); 2 — силовые линии поля в начальную фазу бури; 3 — граница магнитосферы в главную фазу бури (B и B' — нейтральные точки); 4 — силовые линии поля в главную фазу бури



ны — на запад. Это должно привести к существованию западного кольцевого тока. Такой ток, протекающий в области радиационных поясов Земли на различных расстояниях, подробно рассматривался многими исследователями (А. Десслер, Е. Паркер, С. Акасофу, С. Чепмен, Дж. Кейн и др.). Однако количественно он скорее пригоден для объяснения слабого отклонения геомагнитного поля от дипольного (диамагнитный эффект) в области радиационных поясов в магнитоспокойный период, чем для объяснения значительного уменьшения горизонтальной составляющей напряженности поля во время главной фазы магнитной бури.

Эксперименты на искусственных спутниках Земли не дали пока однозначного ответа на вопрос о существовании такого кольцевого тока.

Разрабатываются и другие теории. Дж. Пиддингтон, например (начиная с 1960 г.), объясняет главную фазу магнитной бури влиянием хвоста магнитосферы. В хвосте в результате вращения силовых линий геомагнитного поля (вследствие суточного вращения Земли), вмороженных на больших расстояниях от Земли в солнечную плазму, создаются условия для захвата частиц солнечного потока и распространения гидромагнитных волн. Это приводит в итоге к образованию ионосферных токов, которые возмущают магнитное поле Земли.

Согласно магнитогидродинамической теории (К. Хайнс, Е. Паркер) главная фаза бури объясняется действием на магнитные силовые линии напряжений, возникающих при ускорении захваченных магнитным полем заряженных частиц. Это ускорение происходит под действием гидромагнитных волн, генерируемых в области магнитопаузы и распространяющихся к Земле.

Авторы данной статьи выдвинули гипотезу непосредственного прорыва частиц солнечных потоков в области нейтральных точек, где на широтах около 70° на солнечной стороне магнитосферы образуются своеобразные щели. Проникающий поток та-

ких частиц эквивалентен току, текущему к Земле по конической поверхности, образующейся в результате дрейфа частиц в геомагнитном поле. Магнитное поле этого тока «отжимает» поле Земли к экватору, увеличивая щель и вызывая усиление тока. Воздействие такого тока приводит к значительному уменьшению горизонтальной составляющей поля; наибольший эффект общих геомагнитных возмущений наблюдается в



Рис. 9. Прорыв плазмы внутрь магнитосферы в области нейтральных точек. Стрелками указаны места прорыва частиц

высоких широтах. Такое проникание частиц в щели в области нейтральных точек существует и в магнитоспокойное время; флуктуации солнечного ветра вызывают местные полярные магнитные возмущения. Во время магнитной бури поток проникающих частиц усиливается настолько, что вызывает возмущения мирового характера.

На фотографии (рис. 9), полученной при лабораторном моделировании взаимодействия солнечного ветра с дипольным геомагнитным полем, ясно видны зоны прорыва частиц в области нейтральных точек. Этот эксперимент был осуществлен в 1964 г. японскими учеными Н. Кавашима и Н. Фукушима.

Обратная фаза магнитной бури связана с уменьшением силы солнечного ветра до его стационарного значения и постепенным «раскачиванием» соответствующих токовых систем. Возрастание напряженности геомагнитного поля происходит неравномерно из-за эффектов, вызываемых присутствием внутри магнитосферы множества захваченных заряженных частиц.

(Окончание следует)

ТАЙНА СРЕДНИХ ШИРОТ

(К 80-летию открытия серебристых облаков)

Н. И. ГРИШИН,
ученый секретарь ВАГО

Вечерние и утренние сумерки — переходный период ото дня к ночи — привлекает не только художников и поэтов, но и пристальное внимание исследователей природы.

Днем видимый мир ограничивается поверхностью земли и синим небом с облаками, которые плавают в тропосфере, т. е. не выше 10—15 км. В этом мире много интересного, но он в некотором смысле представляет собой замкнутое пространство с земными границами.

Безоблачная ночь в этом отношении является полной противоположностью. Земные предметы под покровом темноты отходят на второй план. Звездное небо, бесконечная Вселенная покоряют своей величием. При хорошей прозрачности воздуха атмосфера Земли как бы отсутствует.

Но вот первые лучи Солнца касаются самых высоких слоев земной атмосферы, и рассеянный свет постепенно затмевает картину звездного неба. По мере подъема Солнца под горизонтом поочередно освещаются сначала высокие, а затем все более низкие, более плотные слои атмосферы. Характер рассеяния и отражения света непрерывно меняется, что создает затейливую игру красок, тончайших оттенков сумеречного неба. Так постепенно прослеживается своеобразная анатомия атмосферы Земли, пока пря-

мые лучи Солнца не обозначат наступление нового дня.

Сумерки имеют свои характерные особенности по длительности и разнообразию цветовых оттенков в экваториальной, умеренной и полярной зонах, их вид также зависит от состояния погоды. Большой интерес представляют сумерки средних широт. Именно эти сумерки помогли открыть явление, которое составляет пока еще не разгаданную тайну этих широт.

КАК БЫЛИ ОТКРЫТЫ СЕРЕБРИСТЫЕ ОБЛАКА?

В июне 1885 г. известный московский астроном В. К. Цераский, возвращаясь с вечерней прогулки на обсерваторию на Красной Пресне, обратил внимание на белые серебристые, с легким голубоватым отливом облака. Они были похожи на перистые облака с волнистыми неровностями, полосами то прямыми, то изогнутыми. Порой эти облака были очень яркими и освещали неровным светом земные предметы. Несмотря на кажущуюся массивность, они были чрезвычайно прозрачными и не закрывали ранних вечерних звезд. Опытный глаз астронома-наблюдателя заметил главные особенности вновь открытых облаков. Но больше всего его поразила эфемерность света «сумеречных» облаков. С окончанием астрономических

сумерек (солнечные лучи уже не освещали верхней атмосферы) облака исчезли бесследно. Их не было видно и перед заходом Солнца. Последнее обстоятельство особенно встревожило астронома, занимавшегося в то время звездной фотометрией. По этому поводу он писал: «...может быть часто мы делаем фотометрические определения блеска звезд через подобные облака, отнюдь этого не подозревая, или даже записывая в журнал, что атмосферные условия были особенно хорошие». И далее: «...все время пока есть подозрение, что подобные облака существуют, спокойно наблюдать фотометром невозможно». Эти предостережения действительно и в настоящее время.

По случайному стечению обстоятельств такие же «сумеречные» облака несколькими днями позже обнаружили под Берлином О. Иессе и в Эстонии Э. Гартвиг.

«Сумеречные» облака получили в советской научной литературе название серебристых. Название не вполне удачное, так как оно лишь в очень отдаленной степени характеризует цветовые оттенки явления. В зарубежной литературе за ними закрепилось название ночных светящихся облаков. Последнее наименование вообще никак не объясняет явления, так как эти облака ночью не видны. Только в сумерки, когда местность находится в тени, серебристые облака, освещаясь солнечными лучами, заметно выделяются на бледном фоне сумеречного неба. Следовательно, с поверхности земли серебристые облака доступны визуальному наблюдению только в сумерки. Но существуют они, по-видимому, и в дневное и в ночное время.

Примечательна история изучения серебристых облаков. Строго говоря, это не астрономическое явление. Оно больше относится к метеорологии. Но в конце XIX

и в первые десятилетия XX века метеорология как наука находилась в начальной стадии развития. Она не могла проявить научного интереса и сформулировать программу исследований загадочных, сверхвысоких облаков, образующихся далеко за пределами тропосферы. Поэтому около семидесяти лет серебристые облака изучались преимущественно астрономами и специалистами смежных наук. Сейчас это явление исследуется и астрономами и геофизиками.

В образовании серебристых облаков принимают участие мощные планетарные процессы атмосферы Земли. Серебристые облака имеют своих «собратьев» и на других планетах (на Марсе, Юпитере, Сатурне). Все это дает основание предполагать разветвление в ближайшие годы широких, разносторонних исследований с применением новейшей техники.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Современные представления о природе серебристых облаков опираются на большое количество наблюдений, измерений и теоретических работ. Так, измерения показали, что эти облака плавают тонким слоем (3—5 км) высоко над поверхностью Земли, на границе между мезосферой и ионосферой. Этот пограничный слой носит название мезопаузы. В среднем высота серебристых облаков равна 82 км с возможными отклонениями вверх и вниз на 5—7 км. Из теории, разработанной профессором И. А. Хвостиковым, следует, что серебристые облака могут существовать в виде облачных частиц только в этом тонком слое. Выше и ниже температурные и другие свойства атмосферы препятствуют насыщению паров воды до необходимых критических значений. К такому

выводу ученые пришли только в последние несколько лет. Долгое время считалось, что на высоте серебристых облаков вообще не может быть паров воды, поэтому не могут образовываться облачные массы, подобные обычным облакам нижней атмосферы. В связи с этим высказывались различные гипотезы, в основном предполагавшие пылевую природу серебристых облаков. Так, известный исследователь метеоритов Л. А. Кулик в 1926 г. писал: «...если мы имеем сильное развитие серебристых облаков, то необходимо искать их причину в падении метеоритов и связи с той или иной кометой». Подобной точки зрения долгое время придерживался американский ученый Е. Вестин и другие исследователи. Высказывались предположения об образовании этих облаков из мелких частиц вулканического пепла, занесенного туда в результате мощных извержений.

Кроме того, одновременно высказывались и другие мысли. Например, еще в 1926 г. А. Вегенер считал, что серебристые облака представляют собой не что иное, как подобие перистых облаков, которые состоят из мельчайших кристалликов льда. В том же году белградский математик В. Ярдецкий выступил с оригинальной гипотезой, согласно которой серебристые облака могут образовываться, сублимироваться в кристаллики льда в результате медленного соединения водорода и кислорода в молекулы воды под действием электронного излучения Солнца. В 1933 г. В. Гемфрис попытался теоретически обосновать гипотезу А. Вегенера. Пришлось прибегнуть к предположениям существенного понижения температуры с увеличением высоты и наличия водяного пара в верхней атмосфере. В то время эти предположения не соответствовали господствовавшим пред-

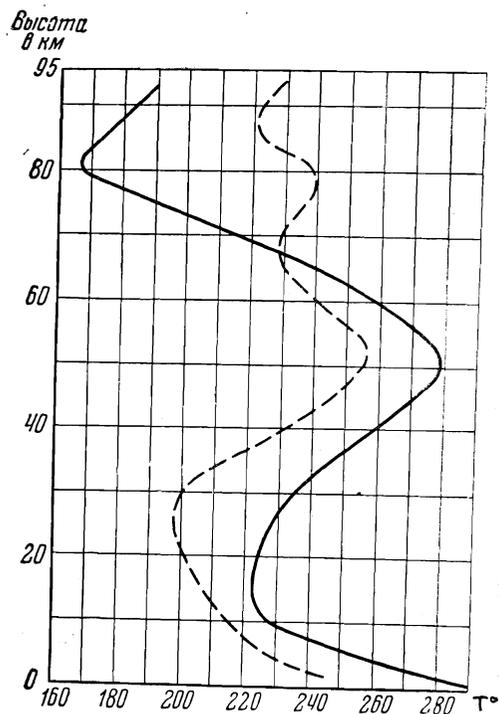


Рис. 1. Кривые средних летних (сплошная линия) и зимних (пунктир) температур над Форт-Черчиллем, полученные из измерений, выполненных с геофизическими ракетами

ставлениям и не нашли поддержки ученых.

Существенным тормозом в дальнейшем развитии этого направления исследований долгое время было отсутствие надежных данных о температуре, газовом составе и других свойствах мезосферы. Даже работы И. А. Хвостикова в 1951—1956 гг. основывались на некоторых подобных предположениях. И только непосредственное вторжение физических экспериментов в верхние слои атмосферы с помощью ракет и спутников помогло снять многие неясные вопросы.

ДАнные ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Во время Международного геофизического года (1957—1958 гг.) с помощью советских и американских геофизических ракет выполнены многочисленные измерения температуры на разных высотах. Результаты показали, что в мезосфере на высоте 80 км температура летом может опускаться до значений 155°K (—118°С), а возможно, иногда и ниже.

Важнейшим этапом в решении затянувшегося спора был эксперимент, проведенный в Швеции совместно с американскими учеными. В августе 1962 г. ракета «Нике-Кэджун» подняла в серебристое облако специальные ловушки для облачных частиц. Ловушки открылись перед входом в облако и закрылись после выхода из него. Контрольный запуск ракеты с подобной аппаратурой произведен в момент отсутствия серебристых облаков (см. «Природа», № 1, 1964). Результаты эксперимента подтвердили ранее развитую теорию И. А. Хвостикова. Разреженное скопление мельчайших кристалликов замерзшей воды образует серебристые облака. В центре ледяных кристалликов обнаружены еще более мел-

кие ($5 \cdot 10^{-6}$ — $5 \cdot 10^{-5}$ см) твердые частицы, по-видимому, метеорного происхождения. На возможность такого состава серебристых облаков указывал в 1950 г. В. А. Бронштэн. Твердые частицы по всей вероятности выполняют роль активных центров конденсации или сублимации. Если они еще несут на себе электрические заряды, что вполне возможно ввиду близости ионосферы, тогда облакообразование может идти более интенсивно. Этот вопрос сейчас изучается группой исследователей в Томске под руководством Н. В. Васильева и Н. П. Заздравных.

Теперь вернемся к температуре мезосферы. На рис. 1, где даны две кривые изменения температуры, полученные во время МГГ с помощью ракет акустическим методом, обнаруживается чрезвычайно важное для серебристых облаков обстоятельство. Непосредственными измерениями подтверждается ранее предполагавшееся резкое (на 70°С) охлаждение мезосферы летом и ее потепление зимой. Кажущийся парадокс пока еще не нашел общепринятого объ-

яснения. Однако это очень хорошо объясняет давно замеченное свойство серебристых облаков. Они появляются только в летний, наиболее теплый сезон года, примерно с мая по август. Мезосфера в это время оказывается в наибольшем охлаждении, чем создаются благоприятные условия для облакообразования. Встречаются редкие случаи появления серебристых облаков ранней весной и даже зимой. Используя данные, приведенные на рисунке, можно предположить, что и в таких случаях к моменту появления серебристых облаков в верхней части мезосферы температура понижается на величину, достаточную для облакообразования. Таким образом, каждое появление серебристых облаков служит косвенным указателем резкого охлаждения мезосферы.

В реальной обстановке процесс образования серебристых облаков протекает, конечно, значительно сложнее. На известной диаграмме И. А. Хвостикова (рис. 2) показаны высотные зоны, где теоретически возможно облакообразование. По всей вероят-

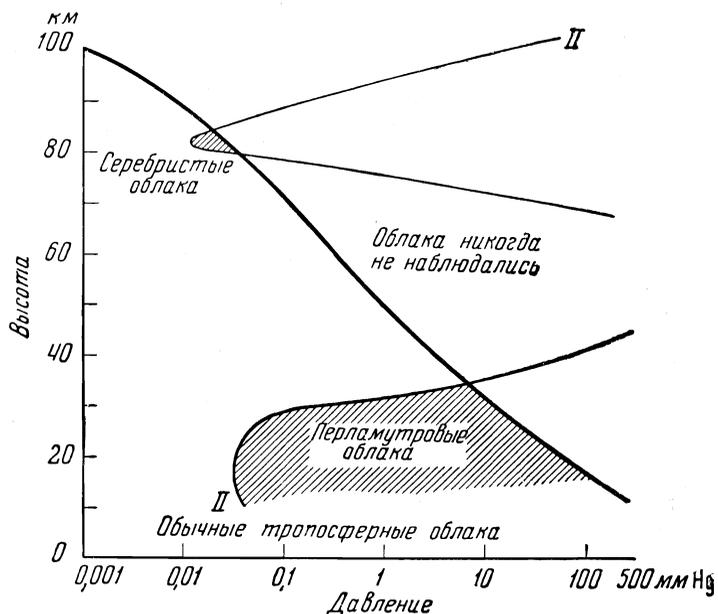


Рис. 2. Диаграмма И. А. Хвостикова:

I — изменение атмосферного давления по высоте; II — изменение давления насыщенного водяного пара по высоте

ности, в мезопаузе редко создаются благоприятные для этого условия. Наблюдения показывают, что для одного района серебристые облака появляются в течение лета 5—10 раз и в редкие годы до 20—25 раз. В целом для планеты эти цифры, наверное, придется увеличить в несколько раз.

Редкость и нерегулярность появления серебристых облаков определяются не только недостатком воды. Это было проверено на двух натуральных экспериментах. Для образования серебристых облаков площадью в несколько тысяч квадратных километров, благодаря их разреженности, достаточно нескольких килограммов воды. Американские экспериментаторы решили «забросить» в высокие слои атмосферы много больше воды. В 1961 г., 27 октября, попутно с обработкой первой ступени ракеты-носителя «Сатурн» в качестве балласта во второй и третьей ступенях находилось 86 т воды. На высотах от 100 до 150 км эта вода была выброшена в атмосферу. Второй эксперимент 25 апреля 1962 г. также попутно с обработкой систем первой ступени ракеты «Сатурн» завершился взрывом отсека и выбросом из него 95 т воды на высоте около 90 км. Ожидаемые процессы мощного облакообразования не оправдались. Шарообразное скопление замерзших частичек воды очень быстро расширялось и рассеивалось в пространстве (рис. 3). Через 10—12 секунд все исчезло, не оставив никаких следов. Комментаторы эксперимента пишут, что создать устойчивое серебристое облако не удалось, а следовательно, такие облака состоят не из воды, а из пылевых частиц.

Выводы вроде убедительные. Тем не менее через четыре месяца в Швеции, как мы уже видели, были получены результаты, показывающие, что серебристые

облака в основном состоят из воды. Кто же прав?

Давно известно еще одно замечательное свойство серебристых облаков. Они появляются только в узком широтном поясе. В северном полушарии зона возможного появления этих облаков ограничивается параллелями от 50—55° до 70—75°. Точнее обозначить границы пока нельзя. Опытные наблюдатели И. С. Астапович, О. В. Деминев, В. Г. Тейфель и другие в течение многих лет внимательно следили за сумеречным небом в южных районах СССР и не обнаружили ни одного случая появления серебристых облаков вне их обычной широтной зоны. Следовательно, сверхвысокие облака мезопаузы располагаются вокруг земного шара поясом в 15—20° шириной.

Из космического пространства наша планета иногда должна быть видна с блестящим голубоватым поясом, довольно высоко плавающим над всеми другими облаками. В северном полушарии голубой пояс чаще появляется с мая по август, а в южном — с ноября по март. Нечто похожее астрономы наблюдают на Марсе в виде так называемых фиолетовых, тоже очень высоких облаков. Пояса серебристых облаков имеют некоторое внешнее подобие с широтными (экваториальными) полосами, хорошо видимыми на больших планетах — Юпитере, Сатурне. Может оказаться, что и законы их образования имеют некоторое сходство. Многие в этом вопросе неясно. Пока еще мало надежных сведений о физике верхних слоев нашей атмосферы. Располагая ограниченными сведениями, можно делать только более или менее правдоподобные предположения.

О ЧЕМ ГОВОРЯТ ЭКСПЕРИМЕНТЫ?

Исходным материалом служат данные многолетних наблюдений

серебристых облаков и сравнительно немногочисленные ракетные измерения. Сам факт наличия широтной зоны указывает на меридиональную неоднородность атмосферы. Теория И. А. Хвостикова достаточно полно описывает процесс образования серебристых облаков. Пробы облаков, полученные в Швеции с помощью ракет, подтверждают теорию. Ракетные измерения, выполненные в разных пунктах земного шара, хотя и не являются еще достаточно систематическими, все же дают основания предполагать, что температурный режим мезопаузы характеризуется следующими важными особенностями. Температура мезопаузы, как правило, опускается до минимальных значений (150—170° К) летом на широтах 60—70° северной широты. На других широтах температура мезопаузы никогда не опускается до таких значений. Если дальнейшее изучение теплового режима верхней атмосферы подтвердит эту закономерность, то тем самым получат окончательное объяснение не только сезонная, но и широтная закономерности в появлении серебристых облаков.

А на что указывают эксперименты с ракетами «Сатурн»? Вывод может быть только один. Эти эксперименты весьма убедительно доказывают, что ограниченная широтная зона образования серебристых облаков не случайна и преодолеть ее, даже таким мощным физическим вмешательством, нельзя. Ракеты «Сатурн» запускались с полигона, расположенного на мысе Кеннеди на 30° северной широты. Это очень далеко от пояса серебристых облаков. Почему именно этот пояс характеризуется очень низкими летними температурами и почему подобные условия не создаются на других широтах, пока неизвестно. Имеется только несколько рабочих гипотез, предложенных различными авторами. Они сейчас

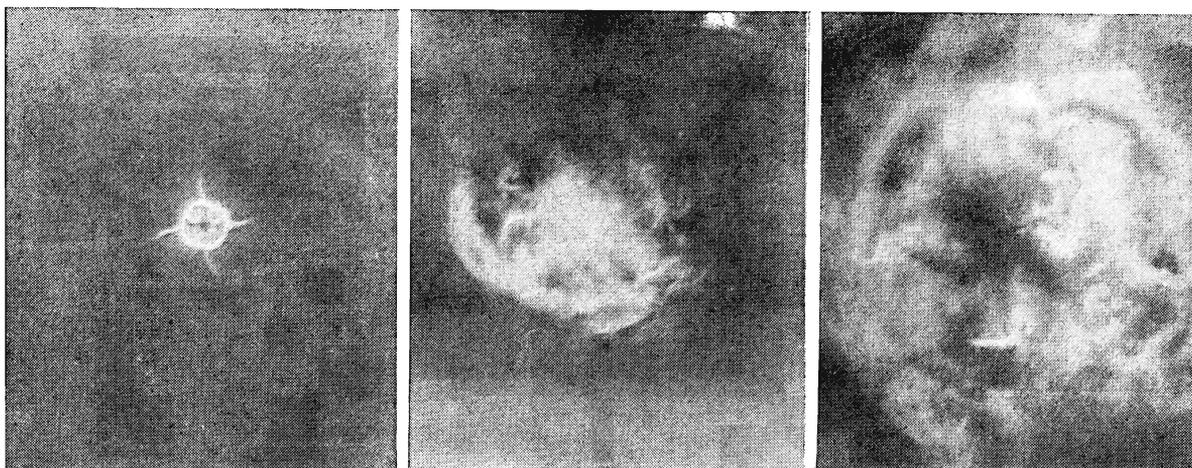


Рис. 3. Три последовательные фотографии водяного облака, образованного ракетой «Сатурн»

обсуждаются в специальной литературе и требуют дальнейшей экспериментальной и теоретической проверки. Необходим многолетний ряд однородных измерений и наблюдений. Их анализ и теоретическое обобщение может подтвердить одну из этих гипотез, а остальные будут признаны как ошибочные.

МОРФОЛОГИЯ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ

Чем еще примечательна мезопауза средних широт? Обратим внимание на характерные внешние формы, на морфологию серебристых облаков. Кажется бесконечным разнообразие прямых и изогнутых полос и струй в сочетании с различными волновыми образованиями. Не бывает двух появлений облаков, похожих друг на друга по внешнему рисунку. Даже в течение короткого времени (10—15 минут) внешняя картина одного и того же облачного поля может меняться до неузнаваемости. Долгое время казалось, что

невозможно систематизировать все это богатое разнообразие морфологических форм. На помощь пришел метод замедленной киносъемки, впервые примененный еще в 1953 г. для серебристых облаков в СССР.

Принцип этого метода заключается в следующем. Киносъемочная камера фотографирует серебристые облака не с обычной скоростью (24 кадра в секунду), а в 100—200 раз медленнее, т. е. за 5—10 секунд экспонируется только 1 кадр. Затем часовой механизм подает команду на смену кадра, который также экспонируется 5—10 секунд и т. д. Следовательно, происходит документальная киносъемка, но только в замедленном режиме. Одно появление серебристых облаков длится иногда 5—6 часов. За это время удается заснять всего несколько десятков метров киноплёнки. Готовый фильм проектируется на экран с нормальной скоростью. То, что в природе развивалось в течение нескольких часов, на экране просматривается в течение нескольких минут.

Метод «сжатия» времени, доступный научно-исследовательскому кино, оказался чрезвычайно эффективным в изучении морфологии и динамики серебристых

облаков. Удалось проследить непрерывную эволюцию каждого участка облачного поля. Покадровые измерения дали количественные характеристики движения отдельных структурных деталей и даже их частей. Вскоре удалось разобраться в многообразии форм серебристых облаков и выработать сравнительно простую морфологическую классификацию. Она включает в себя четыре основных типа форм:

- I — флер, бесформенная, туманообразная масса;
- II — полосы и струи;
- III — волновые формы;
- IV — вихревые образования.

Очень часто в серебристых облаках одновременно присутствуют несколько или все типы морфологических форм. У каждого типа имеется свойственная ему тенденция движения. В результате динамическая картина серебристых облаков становится настолько запутанной, что без замедленной киносъемки невозможно в этом разобраться. Многолетнее кинопатрулирование серебристых облаков дало ценный фактический материал. Полная его обработка еще не закончена, но некоторые общие выводы можно уже сделать.

Туманообразная масса флера

является первичной стадией образования серебристых облаков. Иногда на этом и заканчивается их развитие. Тогда на фоне сумеречного неба с трудом обнаруживается слабое, неровное сияние с голубоватыми оттенками. Вертикальная протяженность флера пока не поддается измерению, но часто можно наблюдать, как из этой массы формируются более сложные формы серебристых облаков. Например, полосы и струи возникают в результате сгущения и увлечения флера воздушными течениями окружающей среды.

Особый интерес представляют волновые формы серебристых облаков. Внешне они очень похожи на ветровые волны, возникающие на поверхности воды. Длина волн в серебристых облаках меняется в широких пределах — от 5—10 до 100 км и более. Эволюция облачного вещества в районе волновых образований сходна с развитием волнистых форм тропосферных облаков. Объем воздуха, поднимаемый на гребень

волны, быстро охлаждается, так как происходит его дополнительное разрежение. Процесс облакообразования идет интенсивнее. Облачные частицы укрупняются, оптическая плотность и яркость этого места облака увеличиваются. При опускании в ложбину волны происходит обратный процесс, т. е. нагревание среды, испарение облачных частиц, уменьшение плотности и яркости облака. Скорости распространения волновых колебаний заключены в пределах от 20 до 100—150 м/сек.

Если длина волны невелика, то поле серебристых облаков приобретает ребристый вид (см. фото на вклейке). При более крупных волнах, отчетливо видны гребни и ложбины волн (см. фото на первой стр. обложки). Высота этих волн около 3—4 км. Иногда удается наблюдать волны длиной в несколько сот километров. Тогда на гребень волны умещается большое поле серебристых облаков. В ложбине волны облака испаряются, а на вершине следующей волны они снова хорошо

видны. Высота таких волн еще не измерялась, но, вероятно, может достигать 5—10 км. В течение одного наблюдения могут пройти два—три гребня волн с яркими серебристыми облаками. Несколько таких случаев удалось зарегистрировать при замедленной киносъемке.

Следовательно, мезопауза как пограничный слой между разнородными средами богата волновыми образованиями. Они становятся видимыми благодаря серебристым облакам, которые, возникая в мезопаузе, не искажают динамической картины среды, а как бы окрашивают ее. Изучая движение серебристых облаков, мы одновременно узнаем о ветровых и других динамических характеристиках высоких слоев атмосферы. Эти знания имеют и прикладное значение в освоении человеком больших высот. Ближайшими задачами исследовательских работ в этом направлении являются проведение новых натурных измерений, лабораторного моделирования морфологии



РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ МОРЯ

В США опубликованы результаты проведенных в течение 25 лет измерений уровня моря в 44 пунктах.

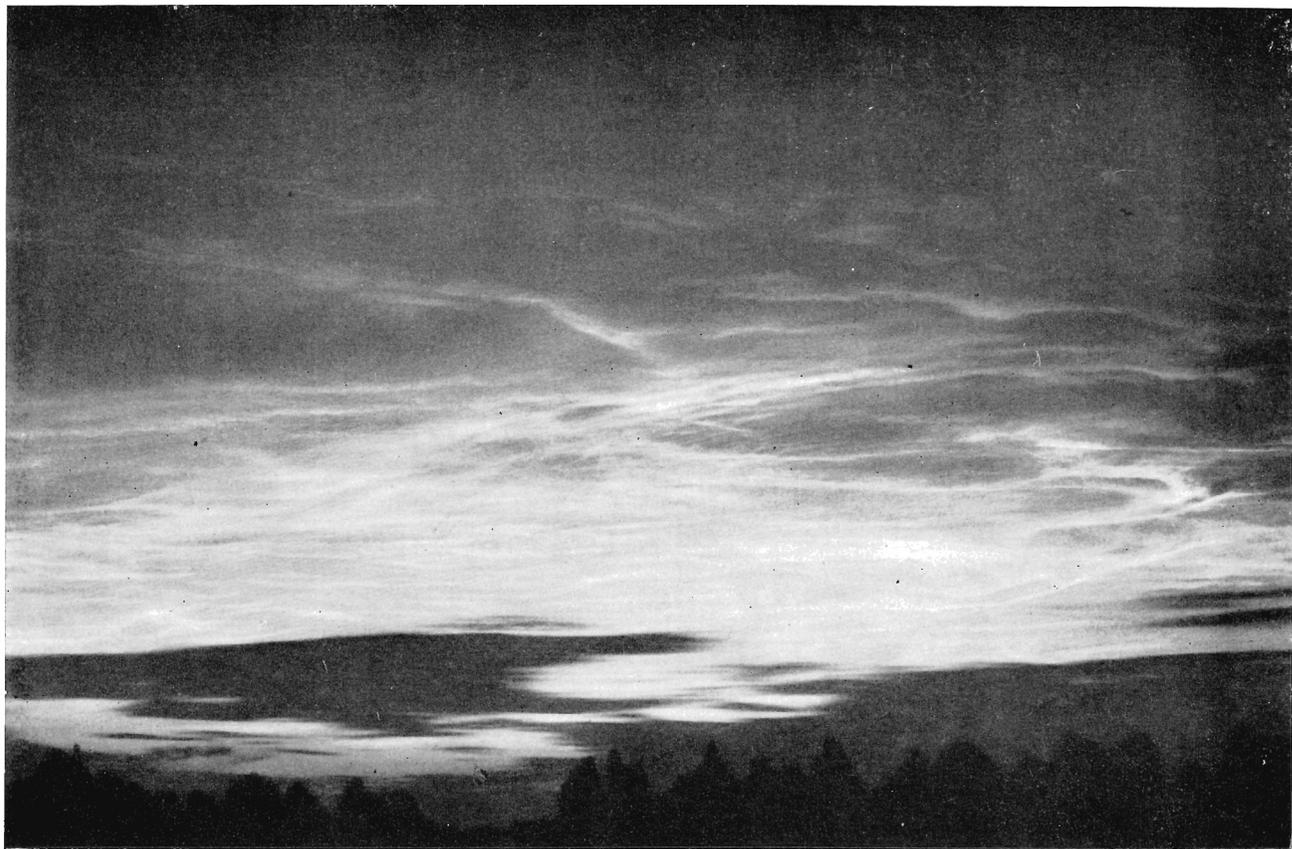
Отмечается общее повышение уровня моря, причем рекордное — 9 дюймов — отмечено в Юджин-Айленд (Луизиана). В качестве основной причины повышения уровня называется отступление

ледников в последние 5—10 лет. Скорость их таяния уменьшилась и соответственно сократилась скорость повышения уровня океана. В ряде пунктов происходит опускание участков земной коры. Например, в Гальвестоне (Техас) видимый уровень с 1940 г. повысился на 4,5 дюйма, но в действительности это частично объясняется опусканием коры. В других местах, например, в юго-восточной части Аляски, наоборот, земная кора поднимается, причем быстрее повышения уровня океана. Поэтому видимый уровень в Джуно понизился на 14 дюймов. («Science News Letter», в. 85, № 11, 1964, р. 236).

ГЛУБОКАЯ ТРЕЩИНА В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Локальные аномалии в магнитном поле Земли, обнаруженные у атлантического побережья США, указывают на существование глубоко погребенного разлома, начинающегося по крайней мере в 650 км от берега и простирающегося через Нью-Джерси до центральной части Пенсильвании. Разлом, общая длина которого не менее 1000 км, свидетельствует о значительном движении сегментов земной коры. Однако направление движения и время, когда

Серебристые облака с преобладанием узких полос и вихревых изгибов. Одновременно видны темные силуэты тропосферных облаков (фото сверху). Небольшой участок ярких серебристых облаков с преобладанием волновых образований. Видны волны разной длины — от 5 до 50 км (фото внизу)





и динамики серебристых облаков и теоретического обобщения опытных данных.

Можно и дальше перечислять интересные проблемы. Например, еще в период МГГ профессором В. В. Шароновым начаты широкие исследования по климатологии серебристых облаков. Более двухсот станций гидрометеорологической службы СССР, равномерно расположенных вдоль широтного пояса, ведут систематические патрульные наблюдения серебристых облаков. В результате ожидаются интересные данные о сезонно-широтном их распределении для максимума и минимума солнечной деятельности. Будут уточнены границы широтного пояса и их многолетние колебания. В частности, пока не выяснены концентричность этого пояса и его расположение относительно географического и геомагнитного полюсов Земли. Для этого необходимо подвергнуть централизованной обработке наблюдения, проводимые в СССР, скандинав-

ских странах, Англии, Канаде и других местах.

ТАЙНА БУДЕТ РАЗГАДАНА

Тайна средних широт пока еще не разгадана. Она тесно связана с общей циркуляцией земной атмосферы, которая тоже мало изучена, и с другими планетарными процессами нашей планеты. Поэтому в программе Международного года спокойного Солнца (1964—1965 гг.) проблемой серебристых облаков занят большой коллектив советских и зарубежных ученых. Созданы единые инструкции, бланки и методы наблюдений. В СССР создан Международный специальный геофизический центр (при Институте физики и астрономии Академии наук Эстонской ССР в Тарту), который занимается сбором и первичной обработкой многочисленного материала, получаемого на международной сети станций наблюдения серебристых облаков.

Для оперативного освоения новых данных применяются новейшие средства обработки с использованием электронно-вычислительных машин. Центром руководит советский исследователь серебристых облаков Ч. И. Виллманн.

В изучении серебристых облаков активное участие принимают общественные научно-исследовательские организации, объединяемые Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом. Инициативные исследователи в свободное от основной работы время проводят регулярные наблюдения, изучают материалы уже выполненных измерений, вносят полезный вклад в общее дело изучения природы. Такие работы проводятся в Риге, Таллине, Ленинграде, Смоленске, Москве, Рязани, Ульяновске, Новосибирске, Томске и во многих других местах.

Тайна средних широт будет разгадана, и знания о серебристых облаках перейдут на службу практической деятельности человека.

оно происходило, таковы, что это не может служить подтверждением теорий дрейфа континентов.

Изучая магнитные данные, собранные различными учреждениями США, ученые обнаружили, что характер аномалий по обе стороны 40-й северной параллели одинаков. Однако к северу от этой линии аномалии сдвинуты на 150 км к востоку. Местные аномалии магнитного поля отражают различия в намагниченности расположенных в этом районе пород земной коры. Поэтому различия самих этих пород, сдвигнутость аномалии, возможно, сви-

детельствует о погребенном разломе в дне океана. Изучение палеозойских осадков в Нью-Джерси и Пенсильвании показывает, что разлом простирается и в глубину Пенсильвании. Это первый разлом в океанической земной коре, о котором известно, что он продолжается на континенте. Авторы считают этот факт новым свидетельством в пользу существования значительных движений коры. Однако есть основания утверждать, что разлом произошел около 200 млн. лет назад и с тех пор кора здесь находится в состоянии покоя. Последнее никак

не согласуется с гипотезой, согласно которой положение материков за этот период претерпело большие изменения. Кроме того, направление смещения противоположно направлению крупнейшего из разломов в дне Тихого океана — впадины Мендосино, которая сдвинута не менее, чем на 1200 км на запад, а не на восток к северу от разлома. Вероятнее всего, это свидетельствует в пользу тенденции к разрыву континентов на части, чем движения их как единого целого.

(Scientific American, v. 209, № 5, 1963, p. 59—60)

◀ **Наша планета из космоса. Покрытые льдами горные хребты (снимок сделан с космического корабля «Восход»)**



КООРДИНАЦИЯ ДВИЖЕНИЙ КОСМОНАВТОВ В ПОЛЕТЕ

Используя записи в бортовых журналах космических кораблей, группа советских ученых исследовала координацию движений космонавтов при письме в космическом полете. Выяснилось, что необычные внешние условия письма вызвали изменение координации движений на протяжении всего полета. Наибольшее ухудшение координации отмечалось в первый период полета. В остальное время координация постепенно улучшалась и стабилизировалась, не возвращаясь, однако, к «норме».

У каждого космонавта наблюдались периоды, различные по стабилизации и степени отклонения от уровня, характерного для письма в обычных условиях. По времени и устойчивости эти периоды у космонавтов протекали неодинаково.

В результате исследований высказаны некоторые соображения о подготовке космонавтов к мышечной деятельности в условиях невесомости.

(«Космические исследования», т. III, вып. I, 1965)



ПЫЛЬ МЕЖДУ ГАЛАКТИКАМИ?

Американский астроном Ч. Т. Ковал, изучая фотографические изображения ряда галактик, на некоторых из них заметил следы темных облаков неправильной формы, закрывающих отдельные части галактик. Вероятнее всего, эти облака состоят из пыли и находятся в межгалактическом пространстве.

Размеры облаков могут быть сравнимыми с размерами галактик.

(«Astronomical Journal» v. 69, № 9, p. 757, 1964)

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И ВУЛКАНЫ

(О распространенном заблуждении)

Н. В. ШЕБАЛИН,
кандидат физико-математических наук

Обычно в представлениях людей землетрясения связываются с действием вулканов. На бога подземного огня возлагается ответственность не только за вулканические извержения, выброс газов, пепла и лавы, но и за все процессы в таинственных недрах Земли. И хотя наука уже давно отказалась от теории первоначально расплавленной, остывающей Земли, стремление объяснить все процессы в земной коре действием расплавленной магмы остается в умах людей, а иногда даже на страницах научно-популярных журналов.

— Землетрясение на Кавказе? А разве там есть вулканы? — такой вопрос приходится слышать нередко. Любопытно, что на Кавказе-то вулканы есть, только потухшие (на одном лишь Эльбрусе есть фумаролы — выходы горячих газов). Во многих же других местах, в частности на обширных пространствах континентов, землетрясения происходят без малейших признаков современного вулканизма.

Действующих вулканов нет ни в Закавказье, ни в республиках Средней Азии, ни в Гиндукуше, ни в Гималаях. В этих и подобных им областях тектонической (горообразовательной) активности различные участки земной коры медленно поднимаются и опускаются. Причина тому — сложные, во многом еще не разгаданные физико-химические процессы в нижележащем активном слое Земли, называемом верхней мантией. Процессы в верхней мантии идут медленно и

Рис. 1. Сравнительно редкий случай: разрыв горных пород при катастрофическом Гоби-Алтайском землетрясении (Монгольская Народная Республика, 1957 г.) пронизал толщу земной коры и вышел на поверхность Земли



длятся миллионы лет. Поэтому и скорость движения земной коры невелика — всего какие-нибудь миллиметры в год. Но этого достаточно, чтобы в местах, где поднимающиеся участки граничат с опускающимися, за десятки и сотни лет накопились огромные напряжения. Когда эти напряжения превышают силу трения прижатых друг к другу слоев или даже их прочность, происходит срыв пластов вдоль старого или вновь образовавшегося разрыва. Упругие волны в слоях Земли, порожденные этим толчком, разбегаются во все стороны. Чем больше площадь ожившего разрыва и чем больше перемещение пластов вдоль разрыва, тем сильнее землетрясение (рис. 1). При землетрясениях средней силы и даже при многих катастрофических землетрясениях разрывы обычно не доходят до поверхности Земли. Но если очаг землетрясения был очень большим или находился близко к поверхности Земли, то прямо над ним — в эпицентре землетрясения — колебания почвы бывают настолько сильны, что вызывают обвалы и оползни, разрушение построек, пожары и гибель людей. Чем дальше от эпицентра, тем слабее разбегающиеся и заглушающие сейсмические волны. На больших расстояниях — сотни и тысячи километров — они могут быть замечены лишь на записи чувствительных сейсмографов.

Так что же, выходит, что землетрясения никак не связаны с вулканами? Давайте взглянем на карту (рис. 2). Здесь довольно

приблизительно очерчены и заштрихованы области, где происходят так называемые нормальные землетрясения (их очаги лежат на глубине до 80—100 км), двойной штриховкой обозначены области глубоких землетрясений (с глубиной очага от 100 до 750 км) и кружками показаны важнейшие действующие вулканы. Обратите внимание на любую из окраин Тихого океана. Вот Курильские острова и Камчатка. Гряда островов и горных хребтов увенчана здесь цепью действующих вулканов. И здесь же полосой протягивается зона самых сильных землетрясений Советского Союза. Индонезия. Здесь вулканы и землетрясения как бы соревнуются в стремлении причинять ущерб плодороднейшим землям. Новая Зеландия, Южная Америка, Тихий океан — не исключение. Подводный Атлантический хребет или великие африканские разломы — и тут эпицентры землетрясений и вулканы располагаются рядом. Более того, мировая карта сейсмичности и вулканизма показывает, что на континентах в окрестностях действующих вулканов всегда происходят землетрясения (но не наоборот!). Особенно хорошо это заметно, если взглянуть не на нашу грубую схему, а на карту «Землетрясения и вулканы» в недавно вышедшем физико-географическом атласе мира.

Чтобы разобраться во взаимных связях вулканов и землетрясений, начертим схему (рис. 3). Круги — большой, средний и маленький — примерно соответствуют по раз-

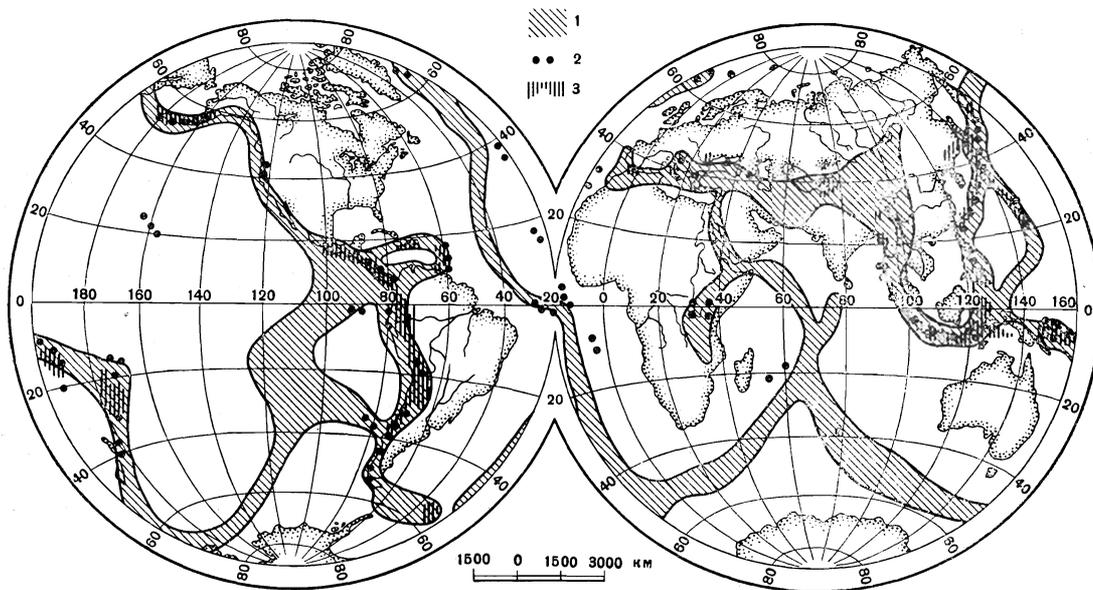


Рис 2. Зоны распространения: 1 — неглубоких землетрясений, 2 — активных вулканов и 3 — глубоких землетрясений

мерам областям нормальных землетрясений, областям вулканизма и областям глубоких землетрясений на земном шаре. А общие перекрывающиеся участки кругов относятся к тем зонам, где два или три из этих явлений близко соседствуют между собой.

Легко понять образование вулканов на дне океанов: здесь толщина земной коры невелика, всего 5—10 км и магма без труда пробивает путь наверх. Вулканы возникают здесь поодиночке или небольшими группами и обходятся без соседства «настоящих» землетрясений. Иногда вершины таких вулканов поднимаются выше уровня океана. Таковы, например, острова Тристан-да-Кунья.

На континентах магма прорывается наверх лишь в областях, где земная кора расчленена глубокими вертикальными разломами. Существуют зоны, где участки горных систем между двумя рядами параллельных разломов опускаются вниз, образуя рифтовые долины. Именно тут условия очень благоприятны для образования вулканов. В зонах рифтовых долин известны многие вулканы, например, снежный пик Килиманджаро.

Вернитесь к началу статьи, и вы увидите, что в таких местах есть все условия и

для возникновения землетрясений. И они действительно происходят тут, хотя их «взаимоотношения» с вулканами в зонах рифтов изучены пока еще очень плохо.

Больше всего данных получено для переходных зон от континентов к океанам. Из схемы видно, что только здесь близко соседствуют и нормальные, и глубокие землетрясения, и извержения вулканов. И хотя по площади эти зоны не так уж велики, в них выделяется подавляющее количество как сейсмической энергии, так и энергии вулканических процессов. Интересно сопоставить эти цифры. При землетрясениях ежегодно выделяется в виде упругих колебаний около 10^{19} джоулей. Вулканы дают (в виде взрывов и выделения тепла) около $3 \cdot 10^{18}$ джоулей — почти столько же! Правда, нами не учтена доля сейсмической энергии, пошедшая на разрушение пород и выделившаяся в очагах землетрясений в виде тепла.

Казалось бы, что в переходных зонах, например на островной Курильской дуге, действие вулканов и землетрясений связать просто. Глубинные разломы подходят здесь (правда, не вертикально, а чуть наклонно) к поверхности Земли, как раз там, где между островами и океаническим дном находятся

глубоководные впадины. Здесь бы и возникнуть большинству вулканов, но нет. Как бы преподнося нам очередной сюрприз, магма не идет здесь готовыми наклонными путями. На внешнем, океаническом крае впадин есть вулканы, но они проявляются лишь подводными излияниями базальтов. А главные магматические очаги, главная вулканическая постройка — островная дуга — лежит в стороне. Создается впечатление, что глубинные разломы лишь способствуют образованию магматических очагов, а после их образования жизнь вулканов и тектонических швов — источников землетрясений — идет почти независимо. Почти — потому что можно предположить существование довольно «деликатного» механизма, запирающего и отпирающего вулканы и землетрясения: в определенных участках дуги после сильного землетрясения или серии землетрясений наступает относительный покой. И в это время начинают усиленно действовать вулканы, расположенные на дуге напротив участков сейсмического затишья. Когда излишки поступившей из недр магмы, богатой водяным паром и газами, изольются наружу, а освобожденная от газов и воды лава и мельчайшие ее брызги — вулканический пепел — пойдут на сооружение очередных этажей вулканических поясов, в земных недрах процесс отдачи вулканической энергии стопорится, и начинает копиться энергия будущих разрушительных землетрясений.

Сейчас трудно сказать, так ли в точности обстоит дело. Но зависимость и деятельности вулканов, и землетрясений от общей причины — физико-химической активности верхней магмы — не подлежит никаким сомнениям. А успешная деятельность Тихоокеанской сейсмологической экспедиции Института физики Земли АН СССР, Института вулканонологии Сибирского отделения АН СССР в Петропавловске-Камчатском и сейсмологов Сахалинского комплексного НИИ АН СССР уже в ближайшие годы, несомненно, принесет нам новые данные об этих процессах.

Ученые разных специальностей вместе пытаются проникнуть в тайны верхней мантии Земли. Но если данные вулканологов пока мало в чем помогли сейсмологам, то встречный поток информации принес вулканонологам большую пользу.

Прежде всего, удалось в буквальном смысле слова нащупать вулканические очаги. На Камчатке было замечено, что большое

число полевых сейсмических станций хорошо записывает определенные землетрясения, но на записях одной-двух станций пропадают так называемые поперечные волны (волны, распространяющиеся в Земле из-за ничтожных изгибов ее слоев). На поверхности Земли в лучах поперечных волн образовывалась как бы тень. И это действительно было тенью — тенью жидкого магматического резервуара, а фонарем служили испускавшие сейсмические волны очаги землетрясений. Жидкость ведь не имеет упругости при изгибе — вот магма и задержала поперечные волны. По размерам и положению тени уже легко было рассчитать местоположение и глубину магматического очага.

И это еще не все. Извержение вулкана развивается обычно после более или менее длительного покоя. Старый путь вверх уже забит. Магма начинает пробивать себе дорогу, и этот процесс сопровождается характерными сейсмическими толчками. Когда извержение уже началось, и лава изливается из кратера, стенки лавового канала дрожат, как дрожат водопроводные трубы от чрезмерного напора воды. Однако и предвещающие извержение толчки, и вулканическое

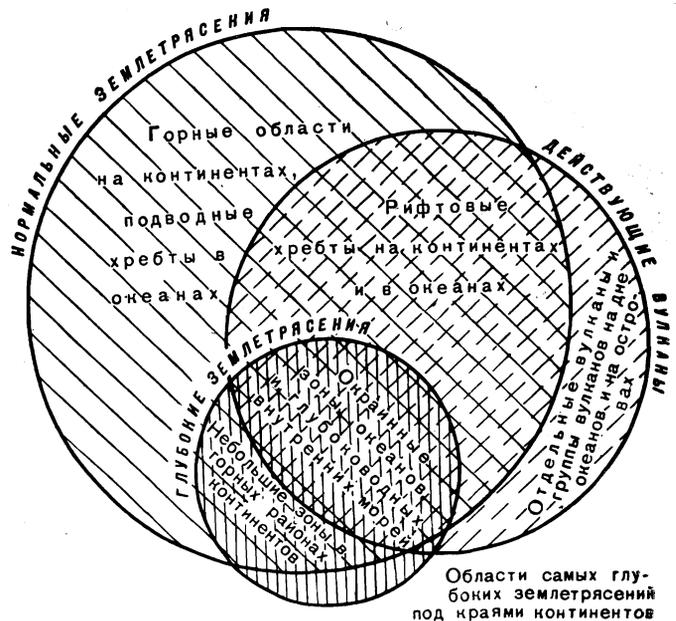


Рис. 3. Схема взаимных связей вулканов и землетрясений

дрожание почвы — эти виды вулканических землетрясений очень слабы. Сами по себе вулканические землетрясения совершенно не опасны. Они могут ощущаться лишь в непосредственной близости от вулкана и в отличие от «настоящих», тектонических землетрясений не записываются удаленными сейсмическими станциями.

Но зато вулканические землетрясения можно использовать для точного прогноза времени извержения! Для этого на специальных сейсмических станциях, расположенных по возможности ближе к вулкану, ведется непрерывная запись колебаний почвы. Вот станция записала первый толчок из недр пробуждающегося вулкана. Теперь два-три раза в сутки на сейсмограммах отыскиваются новые толчки и определяется их энергия. График показывает, как нарастает энергия происходящих толчков. Сперва этот процесс идет медленно, потом все быстрее и быстрее. Скоро становится возможным определить форму кривой, а затем и рассчитать день,

когда толчки прекратятся и сменятся дрожанием. Извержение начинается незадолго до прекращения толчков.

Таким способом камчатские вулканологи предсказывают извержения. Дата извержения может быть названа за семь-восемь дней с ошибкой не более двух-трех дней. Было своевременно предсказано и последнее сильное извержение вулкана Шивелуч в ноябре 1964 г.

Все, что рассказано здесь, для любознательного читателя — только начало. Заинтересовавшись, вы прочтете и увлекательные книги Гаруна Тазиева, и прекрасные, доступно написанные, но вполне серьезные монографии Ч. Рихтера «Элементарная сейсмология» и А. Ритмана «Вулканы и их деятельность» (все они недавно изданы в русском переводе). А там, может быть, настанет пора и специальной учебы, и специальной литературы... Покорение земных недр — прекрасная задача многих грядущих поколений, и мы уже идем по этому пути.



НОВОСТИ О ПЛАНЕТАХ

На объединенных заседаниях радиоастрономической секции Радиосовета и Комиссии по физике планет Астросовета АН СССР, состоявшихся 9 февраля и 4 марта 1965 г., были заслушаны доклады о достижениях и дальнейших перспективах радиоастрономии в области физики планет. Некоторые из этих докладов коротко излагаются ниже.

А. Д. Кузьмин рассказал о своей совместной работе с Барри Кларком в Калифорнийском технологическом институте, где он пробывал полгода. Венера на сантиметровых волнах излучает как абсолютно черное тело с температурой 580° К. Имеются два варианта объяснения столь высокой температуры. Возможно, атмосфера этой планеты прозрачна на

сантиметровых волнах, и тогда высокая температура характерна для поверхности Венеры. Сторонники другой модели атмосферы полагают, что источник радиоизлучения на сантиметровых волнах — тепловое излучение сильно ионизированной атмосферы. А. Д. Кузьмин и Б. Кларк считают, что достоверность той или иной модели можно проверить следующим образом: если радиоизлучение Венеры на сантиметровых волнах идет от поверхности, то оно должно быть поляризовано, что и подтверждено их наблюдениями. По поляризации была оценена диэлектрическая постоянная ($\epsilon = 2,2$). По асимметрии функции видимости и по поляризации они определили, что полюс Венеры близок к полюсу эклиптики. Если радиоизлучение на сантиметровых волнах вызвано поверхностью планеты, то можно оценить ее радиус как радиус излучающего объекта; получилось значение $R = 6060 \pm 55$ км. Вычитая полученный радиус из радиуса видимого диска Венеры, А. Д. Кузьмин и Б. Кларк получили толщину облачного слоя 63 ± 55 км. Затем по совокупности всех данных была оценена

истинная температура: 630° К в центре и около 500 на полюсах.

Ю. Н. Липский сообщил о проведенном в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга изучении фотографий, полученных «Рейнджер VII». На фотографиях все белые пятна разрешаются как скопления кратеров. Возникает вопрос: можно ли считать, что белые пятна в других морях тоже представляют собой скопления кратеров? Если это справедливо, то ранним утром в таких местах будут большие тени, интенсивность их станет выравниваться по отношению к близлежащим темным местам. Было исследовано около 50 участков белых пятен в различных морях, в результате чего можно сказать, что они являются скоплениями кратеров, а не участками с повышенным альбедо.

А. Е. Соломонович рассказал о наблюдениях Меркурия и Сатурна на волне 8 мм, проводимых в Физическом институте имени П. Н. Лебедева. Была получена яркостная температура для Меркурия 600° К, а для Сатурна $139^\circ \pm 9^\circ$ К.

Л. Н. БОНДАРЕНКО



ЛЮДИ НАУКИ

УЧЕНЫЙ- ПРОПАГАНДИСТ

К 75-летию юбилею
В. И. Прянишникова

*Б. Ф. ОГОРОДНИКОВ,
профессор*

В этом году (28 февраля) исполнилось 75 лет со дня рождения Василия Иосифовича Прянишникова, замечательного лектора, талантливую ученого-пропагандиста. Жизнь и деятельность Василия Иосифовича — яркий пример благородного и беззаветного служения народу.

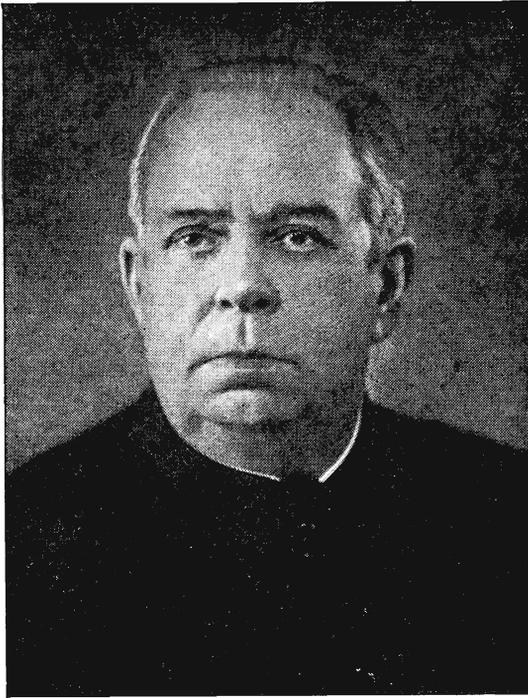
Советские люди старшего поколения хорошо помнят, как остро стоял вопрос о научно-просветительной пропаганде в первые годы после Октябрьской революции. Победивший народ должен был в исторически кратчайшие сроки покончить с доставшейся ему в наследство от старого мира безграмотностью. Народ рвался к знанию. До отказа заполнялись нетопленные аудитории лекбеза и лекционные залы. Однако лекторов было ничтожно мало. Значительная часть ученых того времени была настроена враждебно к Советам, и кто не эмигрировал за границу, тот всеми силами отгораживался от участия в общественной жизни молодой советской республики. Другие ученые считали ниже своего достоинства заниматься популяризацией науки. Что касается небольшой кучки деятелей науки, которые сразу же стали на сторону революции и горели желанием нести научные знания в массы, то не у всех у них был лекционно-пропагандистский опыт. Между тем жизнь властно ста-

вила перед учеными-пропагандистами совершенно новые задачи.

Теперь, почти через полвека после Октября, нам многое кажется само собой разумеющимся. Однако в тот период вопрос об идейном содержании и политической остротности лекций имел особое значение. Революционные рабочие и красноармейцы, составлявшие большинство тогдашней аудитории, не хотели слушать лекций, в которых бы не ставились во весь рост вопросы мировоззрения и религии, где сообщения научных фактов не увязывались бы с задачами социалистической революции.

Первая лекция В. И. Прянишникова состоялась 21 ноября 1918 г. И с того времени лекционная деятельность его не прекращается до сегодняшнего дня, т. е. более 46 лет. Все эти годы он ведет подробный дневник своей научно-популяризаторской работы, в котором отмечает, на какую тему была лекция, сколько присутствовало слушателей, какие вопросы заданы лектору и т. д. Здесь же делаются замечания по поводу аудитории. Словом, дневник этот — настоящая живая летопись общения Василия Иосифовича с многими сотнями тысяч советских слушателей.

Листая дневник, можно видеть, как год за годом совершенствовал Василий Иосифо-



В. И. Прянишников

вич свои приемы живого общения с аудиторией. С интересом читаем его «вопросники», в которых он в живой и легкой форме призывает своих слушателей подумать о таких простейших небесных явлениях, как фазы Луны, вращение небесного свода и др. Тут же анализ многих тысяч ответов, их тщательная классификация и оценка, которая позволяла В. И. Прянишникову год за годом отмечать повышение общеобразовательного уровня советского массового слушателя.

Василий Иосифович ведет живую переписку со своими слушателями. Ему пишут учителя и инженеры, домашние хозяйки и учащиеся, военнослужащие и колхозники — словом, все слои населения. На все эти письма он отвечает, а наиболее интересные подкалывает к своему дневнику. Сейчас заполняется уже 23-й том дневника.

Портфель Василия Иосифовича всегда наполнен множеством диаграмм, чертежей и других наглядных пособий, которыми он широко пользуются во время своих бесед, особенно с молодежью. Наглядные пособия

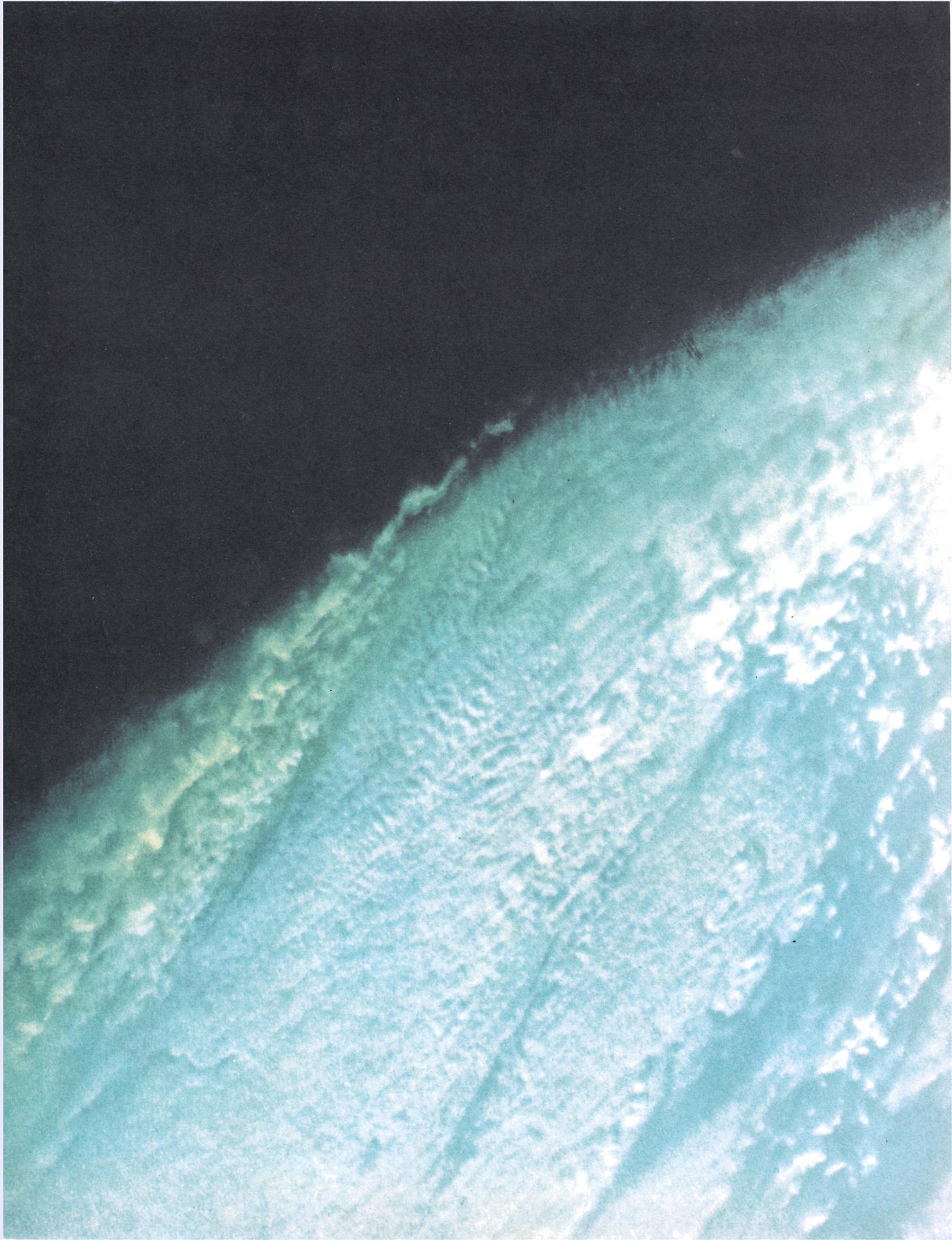
придуманы и любовно изготовлены собственноручно Василием Иосифовичем. Примечательна картонная модель солнечных часов, состоящая из нехитрого чертежа на картоне и простой булавки, с помощью которых в непринужденной форме популяризатор сообщает слушателям множество полезнейших сведений: о высоте над горизонтом, восходе и заходе Солнца для различных широт и времен года, об уравнивании времени и т. д.

В годы Великой Отечественной войны, в условиях ленинградской блокады, Василий Иосифович, под обстрелом пробираясь на передовые позиции, в кубрики кораблей, читает в частях Ленинградского фронта и на кораблях Балтийского флота сотни лекций. Он рассказывает об ориентировке на местности по естественным приметам и небесным светилам, об определении времени без часов, о методах глазомерной оценки расстояний. Его научно-популярные брошюры печатались в осажденном Ленинграде и становились спутниками военных наблюдателей и разведчиков.

Работа Василия Иосифовича, проводимая в дни ленинградской обороны, получила высокую оценку. Он был награжден орденом Красной Звезды, получил военное звание подполковника и ряд лет после окончания войны работал штатным преподавателем астрономии в военно-морском училище.

В кратком очерке очень трудно описать всю разнообразную и неутомимую научно-просветительскую деятельность Василия Иосифовича. Однако нельзя не упомянуть об одной из его любимых форм лекций-бесед. Это рассказы о цифрах-великанах, с помощью которых он в чрезвычайно увлекательной форме доносит до слушателей сведения о громадных расстояниях и необычайных физических свойствах небесных светил. Я позволю себе для наглядности использовать этот прием Василия Иосифовича, чтобы показать, какой поистине титанический труд вложен им за истекшие 46 лет в лекционную пропаганду. (Напомню, что 27 лет назад, на 20-летнем юбилее популяризаторской деятельности Василия Иосифовича, подобный расчет сделал замечательный популяризатор науки Я. И. Перельман.) Оказывается за 46 лет В. И. Прянишников прочитал более

Наша планета из космоса. Слоисто-кучевые и кучевые облака в системе циклона. В центральной части снимка отчетливо видны гряды облаков, расположенные перпендикулярно направлению ветра [снимок сделан с одного из космических кораблей типа «Восток»]



15 100 лекций, на которых присутствовало свыше 1 725 000 зарегистрированных слушателей. Если считать продолжительность каждой лекции вместе с ответами на вопросы и беседой в 2 часа, то общая продолжительность их составит более 30 000 часов, или почти 3,5 года. Если даже считать, что все 15 100 лекций прочитаны Василием Иосифовичем в пределах города Ленинграда, то 30 000 потребных для этого поездок будут иметь общую длину в 200 000 км, что равно длине пяти земных экваторов, или больше половины среднего расстояния от Земли до Луны. А если учесть, что для чтений лекций Василий Иосифович много раз выезжал не только в окрестности Ленинграда, но и в Крым, в Донбасс, на Волгу, то мы смело можем сказать, что если бы Василий Иосифович использовал эти поездки для космических целей, то он уже давно был бы на Луне.

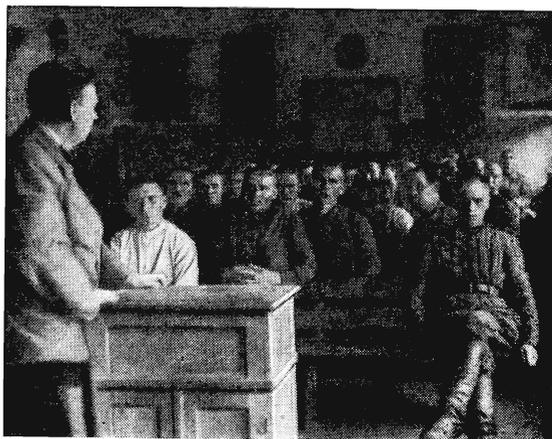
Василий Иосифович — активнейший участник всех общественных начинаний, связанных с астрономией. В предвоенные годы он был одним из организаторов и активнейших работников замечательного и уникального научно-просветительного учреждения — Ленинградского Дома занимательной науки, где его трудами был создан Отдел занимательной астрономии.

Он был горячим энтузиастом и участником воспроизведения в рекордно большом масштабе знаменитого опыта с маятником Фуко в Исаакиевском соборе (длина маятника составляет 95 м, а вес груза — 55 кг).

Василий Иосифович — активнейший член Ленинградского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества с самого его основания и в течение 20 лет его бессменный ученый секретарь!

Состоявшийся в декабре 1964 г. Пленум Центрального совета ВАГО рекомендовал IV съезду ВАГО присвоить Василию Иосифовичу

Прянишникову звание Почетного члена общества. Это известие с радостью будут приветствовать все члены ВАГО, и в особенности члены Ленинградского отделения, на глазах у которых протекает кипучая деятельность этого труженика науки.



В. И. Прянишников выступает перед бойцами в одной из частей в осажденном Ленинграде (1943 год)

Уже давно кто-то назвал Василия Иосифовича народным профессором. Как жаль, что такого звания не существует у нас наряду со званием народного артиста или художника. Правда, если бы такое звание существовало, то лишь очень и очень небольшое число лиц было бы в полной мере его достойно, ибо мало тех, чей научно-пропагандистский труд можно сравнить с самоотверженным трудом Василия Иосифовича.

Пожелаем же нашему юбиляру еще многих лет счастливой жизни, окруженной всеобщим уважением и любовью!

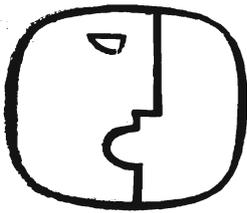


СВЕРХЗВЕЗДЫ — РОЖДАЮЩИЕСЯ ГАЛАКТИКИ?

Советский астрофизик С. Б. Пикельнер выдвинул новую теорию образования спиральных ветвей галактик. Эта гипотеза объясняет ряд существенных особенностей строения галактик: различие ветвей в разных типах галактик, об-

разование звездных облаков и их структуру, сложную ориентацию магнитных полей в спиральных ветвях. Из гипотезы, в частности, вытекает, что на ранних стадиях образования галактик происходили мощные взрывы, подобные тем, которые наблюдаются и сейчас называются сверхзвездами.

(«Астрономический журнал», т. 42, вып. I, 1965)

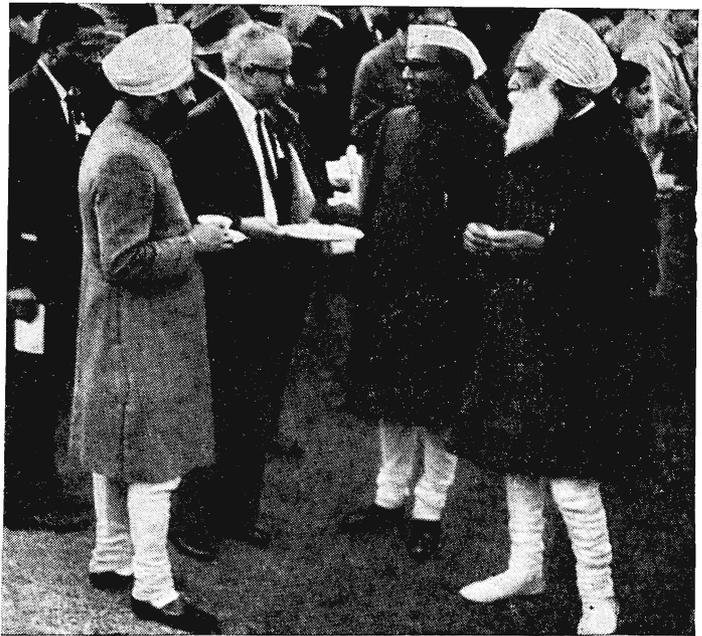


СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

ПО ИНДИИ

*(Заметки участника
Международного геологического конгресса)*

Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ,
доктор
геолого-минералогических наук



Мэр города Дели (крайний справа) устроил прием делегатам конгресса

Сессии Международного геологического конгресса проводятся раз в четыре года. Последняя предвоенная сессия — XVII по счету — состоялась в 1937 г. в Москве; первая послевоенная — в 1948 г. в Англии. В декабре 1964 г. Индия принимала у себя участников очередной, XXII сессии.

Ряд обстоятельств сделал эту сессию не вполне обычной. Впервые в истории конгресса геологи всего мира собрались на азиатском материке и впервые же — на территории бывшей колонии, лишь недавно ставшей

самостоятельным государством. Это определило общий тон конгресса — особенно приподнятый, особенно торжественный и праздничный. На его открытии — 14 декабря — присутствовал президент Индийской республики доктор Радхакришнан, выступивший с пространным, интересным приветствием. Вечером того же дня президент принимал у себя во дворце всех участников конгресса. Индийские газеты напечатали в связи с конгрессом специальные многостраничные выпуски.

Но дело заключалось не

только в подобных проявлениях торжественности. Индийские геологи прекрасно организовали конгресс. По всей стране, от горного севера до равнинного юга, они проложили десятки маршрутов экскурсий, позволивших делегатам познакомиться с разнообразием геологической обстановки Индии. Здесь были маршруты на все вкусы, для геологов всех специальностей — тектонистов, стратиграфов, петрографов, минералогов. Были изданы путеводители и карты, организованы выставки по пути следования экскурсий.

Не забыли и о памятниках старины, музеях, картинных галереях. Участники некоторых экскурсий даже въезжали на слонах в джунгли и с высоты слоновьей спины наблюдали жизнь в душной атмосфере болотистого тропического леса.

Со всей этой трудоемкой кропотливой работой, на полтора-два года оторвавшей многих индийских геологов от их повседневной деятельности, они справились самым лучшим образом, с большим подъемом. Наши хозяева не просто выполняли свои обязанности, а делали это охотно, с желанием показать гостям как можно больше, независимо ни от географических и хозяйственных трудностей, ни от сложности пребывания и развозов в северных пограничных районах.

Индийская геологическая наука имеет достаточно давние и хорошие традиции. Некоторые ее представители по своему научному авторитету и значению их трудов входят в число крупнейших мировых ученых. Таков, например, профессор Д. Н. Вадиа, избранный президентом XXII сессии конгресса. Теперь индийские геологи вправе гордиться еще одним большим достижением — успешной организацией и проведением в своей стране сессии Международного геологического конгресса.

В ГИМАЛАЙСКОЙ ЭКСКУРСИИ

Советская делегация (очень многочисленная — нас было 123 человека) летела на конгресс в три приема, в зависимости от сроков начала экскурсий. Я попал во вторую партию. Вечером 5 декабря, на красно-белом самолете «Боинг-707» компании «Индиен ээрлайн» мы взлетели из Шереметьева и после шестичасового пребывания где-то необозримо высоко в тем-

ноте (о высоте судили по огням городов), глубокой ночью сели на аэродроме в Нью-Дели. Плакат у входа в здание аэропорта приветствовал участников конгресса — это был первый его знак на индийской земле. Но сейчас же появились и люди — индийские геологи, дежурившие в аэропорту. При их помощи паспортные и таможенные формальности закончились быстро, и мы очутились в общей зале, где за специальной стойкой плотной шеренгой расположились индийские коллеги. Первые знакомства, первое индийское радушие, потом регистрация, получение литературы, значков конгресса.

Часа в три ночи (разница в административном времени между Москвой и Дели два с половиной часа) всех прибывших повезли в город, а нас с профессором Д. П. Резвым покинули в аэропорту, ждать самолета в Калькутту, откуда начиналась наша экскурсия в Гималаи. Полетели мы вскоре после восхода солнца. Еще три часа в воздухе, над землей, сплошь нарезанной на мелкие, самой разнообразной формы куски и кусочки возделанных полей (частная собственность на землю видна была во всей своей непривлекательности), и самолет пошел на посадку, над пальмами, которые растут здесь, как у нас дубы или березы.

Мы оказались во влажной жаре, посреди толпы смуглых черноволосых людей в пестрых одеждах или почти без всякой одежды, посреди оглушительно-го уличного многолюдства и суетоки. Огромные двухэтажные и очень быстрые автобусы соседствуют здесь с медлительными повозками, запряженными лохматыми буйволами, и колясочками, в оглоблях которых устало бегут босые потные рикши.

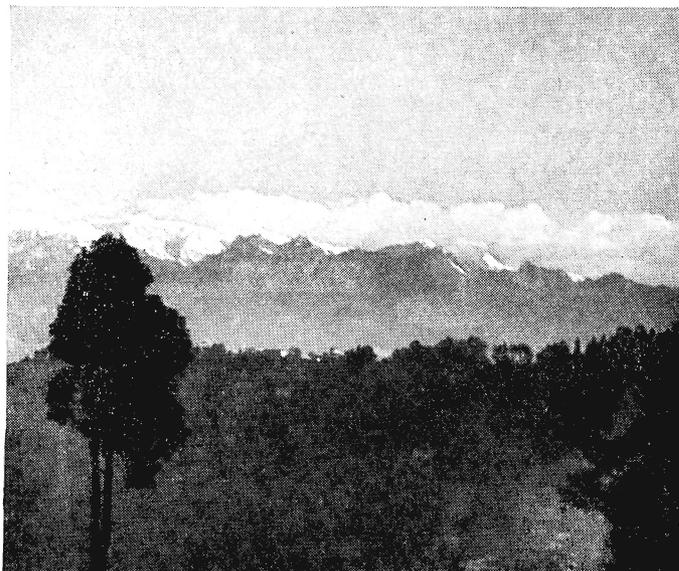
Калькутта. А прошло только четырнадцать часов с момента отлета из Москвы...

Еще день и ночь, опять мы в самолете, на этот раз курсом на север. В маленьком городке Багдогра экскурсия пересела в машины, и вот во вторую половину дня из мглы, затянувшей лесистую равнину, по которой бежало шоссе, зеленой полуторакилометровой стеной встала первая гряда Гималаев. Шоссе сузилось, пошло петлять, десятки раз пересекая рельсы игрушечной узкоколейки. Надвинулся вечер. Из ущелий, подобранных к самым нашим ногам, полезли и заскользили вверх рваные облака. В полной тьме въехали мы в Дарджилинг.

В нашем номере в отеле «Монт Эверест» тускло горели люстры и гостеприимно пылали угли в камине. Мы вышли на балкон. Свежо и тихо. Внизу рассыпаны огни Дарджилинга, а на севере должны быть Гималаи!

Увидели мы их рано-рано утром, когда внизу еще всюду лежала тьма. На побледневшем небе, нестерпимо высоко, вдруг обозначилась страшная громада гор, светящаяся мягким белоголубоватым светом. Острые гребни, пики, снег, лед, вихревые облачные потоки на вершинах. Канченджанга, 8595 метров. До нее 80—100 километров, а гора висит над Дарджилингом и, чтобы внимательно рассмотреть это нагромождение камня и льда, приходится поднимать голову.

Дни в Гималаях мы провели в напряженной работе — ездили с места на место, по горам и ущельям, знакомились со здешней геологией, спорили. К вечеру наши геологические гиды, молодые индийские геологи, белозубый горячий Баттачария и вежливо-предупредительный Рой, обычно выдыхались до предела.



Гималаи, каменно-снежная стена Канченджанги (8595 м). Вид из Дарджилинга

Гималаи поражают человека, искушенного любыми горами. Склоны сумасшедшей крутизны; ущелья по полтора-два километра глубиной, по дну которых текут совсем уже не такие большие реки; густой лес снизу доверху, с лианами, протянувшимися по могучим вечнозеленым деревьям; узкие, иногда всего по 5—10 метров, терраски возделанной земли на мало-мальски доступным ногам горцев склонах, лестницами спускающиеся на километр по высоте, — оторопь берет, ведь они сделаны только мотыгой и лопатой! И над этим крутосклонным лесистым великолепием, в котором и в декабре цветут цветы, каменно-снежная стена Канченджанги.

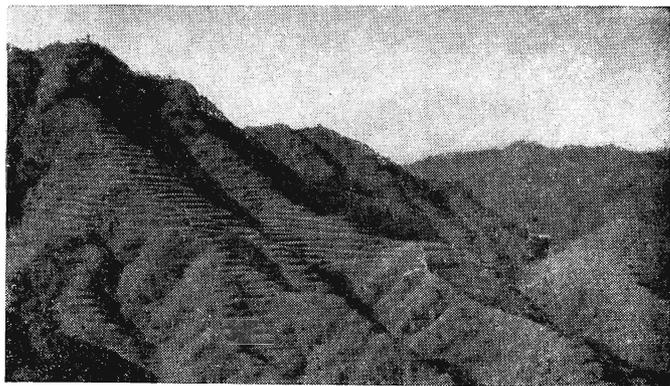
В экскурсии были геологи многих стран — американцы, англичане, немцы, французы, поляки, мы с профессором Резвым — представители советской науки. Были профессора, инженеры, геологи промышленных предприятий.

Царила приятная атмосфера взаимного доброжелательства и нескрываемого интереса к тому, как живут и работают геологи других стран. Расспрашивали нас, расспрашивали мы. Многие наши коллеги говорили, как им хотелось бы посетить Москву. Довольно смутно представляя себе не только геологию, но даже географию Советского Со-

юза, они все же обычно знали несколько имен советских геологов.

Это живое и неторопливое общение ученых разных стран было не менее интересным и имело, вероятно, не меньшее значение, чем знакомство с геологией Гималаев. Кстати сказать, в Дарджилингском районе делать это нелегко — горы сплошь заросли лесом, а обнажаются всюду однообразные гнейсовые толщи. Все же, однако, данные наблюдений во время экскурсии в соединении с тем, что известно по литературе, позволили нам с Резвым укрепиться во мнении о некоторых особенностях развития Гималаев. В частности, подтвердилось предположение, что в виде сравнительно узкой пластины огромной протяженности гималайские хребты лишь совсем недавно (с геологической точки зрения, конечно) поднялись на ту заоблачную высоту, которую занимают сейчас. В этом отношении они мало отличаются от многих других высоких гор Азии, например Тянь-Шаня.

Вечером последнего дня экскурсии в ресторане отеля «Монт Эверест» столы составили в виде буквы «П». Наш главный лидер, профессор К. Кару-



Предгорья Гималаев, терраски обработанной земли
Наверху слева — буддийский монастырь



Гималайский горно-исследовательский институт в Дарджилинге, музей

накаран, один из ведущих специалистов Геологической службы Индии, во многом способствовал хорошему дружному духу экскурсии. Он остался верен себе и на этот раз: за короткую, «почетную» сторону были посажены двое англичан, двое индийцев, советский геолог и голландец. Вечер, как и все официальные приемы во время конгресса, прошел без алкоголя. Думается, что от этого он выиграл — мы прощались с Гималаями без всякого влияния виски или бренди.

Ранним утром в последний раз увидели снежные вершины Канченджанги. Машины скрипели тормозами на виражах, круглые склоны падали в темную еще глубину ущелий. Вот дорога на Тигровый холм, куда нас привезли до рассвета, под морозными звездами, чтобы не пропустить первый солнечный луч на Эвересте. Вот буддийский монастырь с молитвенными вращающимися цилиндрами у входа; здесь толстые стриженные ламы наперебой с экскурсантами дудели в ритуальные трубы.

Мы прощались с Гималаями. Три дня здесь — это и обидно мало, и очень много...

НА КОНГРЕССЕ

Заседания конгресса происходили в Нью-Дели. Эта часть одного из древнейших городов Индии построена сравнительно недавно и продолжает строить-

ся. Широкие прямые улицы, радиально расходящиеся от небольших круглых площадей, во много рядов обсажены деревьями. В деловых кварталах пяти-семиэтажные здания — бесчисленные банки, конторы, министерства, разные учреждения. Архитектура ультрасовременная, но отнюдь не казарменно-однообразная. Окна обычно глубоко «утоплены» между выступами стен, в нишах — балконы и террасы — все это должно предохранять от жестоких лучей летнего солнца. В жилых кварталах за невысокими оградами, в садах, далеко друг от друга, стоят невысокие особняки богатых людей. Те, кто беднее, живут в домах-близнецах, длинными шеренгами вытянувшихся вдоль улиц. Обилие зелени делает город похожим на огромный парк.

Перед зданием Вижьян Бхаван, недалеко от Национального музея, на шестах пестреют флаги восьмидесяти трех государств, участвующих в конгрессе. В день его открытия здесь собралось около двух тысяч человек — делегаты, гости, корреспонденты газет. В ярко-красных мундирах промаршировали



Холодно на Тигровом холме (2585 м) на восходе солнца. Впрочем, профессор Ватцнаур из ГДР (крайний слева) не боится холода

музыканты военного оркестра — встречать президента Индии. В последующие дни, когда конгресс вошел в деловую колею, музыки уже не было, побавилось количество репортеров, но по-прежнему заседания проходили при переполненных залах и все так же били фонтаны у Вижьян Бхаван, за частоколом интернационала флагов.

Структура сессий Международного геологического конгресса достаточно громоздка и не всегда удобна для делегатов. Значительная часть работы проводится на секциях, которых в Дели было шестнадцать — геология нефти, геологические результаты геофизических исследований, деформации горных пород и тектоника, проблема генезиса руд, палеонтология и стратиграфия, гидрогеология и многие другие. Доклады на секции присылаются из одних стран по представлениям национальных комитетов геологов, из других — непосредственно учеными. Для написания докладов необходимо время, необходимо оно и для последующего их отбора в национальных комитетах, так же как и для рассмотрения и утверждения оргкомитетом конгресса. Все это приводит к тому, что на секциях слушаются результаты работ обычно полутора-двухлетней давности.

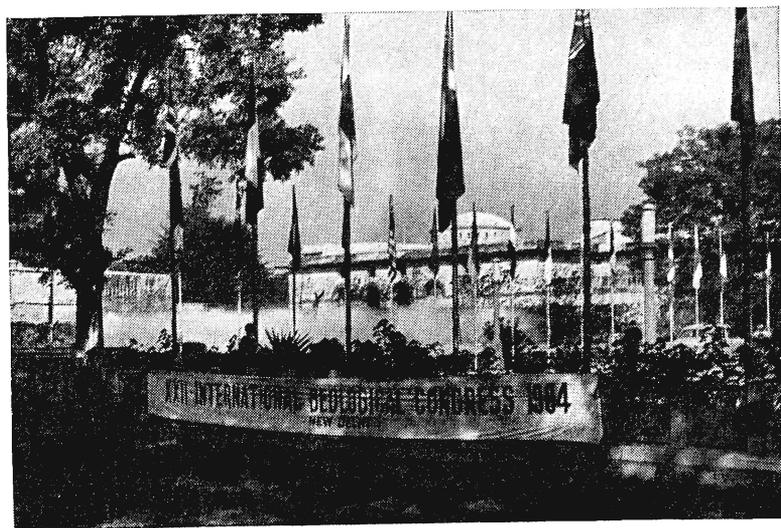
Регламент на секциях жесткий — полчаса на доклад, включая обсуждение. Если увлекшийся оратор проговорит все 30 минут, председатель вежливо благодарит и... дает слово следующему докладчику. Прений, как таковых, обычно не бывает — задающие вопросы строят их так, чтобы в самом вопросе уже были элементы критического отношения к только что услышанному.

Не менее значительная часть деятельности конгресса проте-

кала на заседаниях его комиссий — стратиграфической, геологической карты мира, метеоритной, координации геологических и геофизических исследований и других, которые, в свою очередь, делятся на множество подкомиссий и комитетов. Здесь же обсуждались результаты последних исследований дна Ин-

родный геологический союз, на заседаниях которого наибольшее внимание привлек симпозиум по проекту изучения верхней мантии Земли.

Необходимость уложить в короткий срок — с 14 по 22 декабря — все эти многочисленные и разнообразные по тематике сообщения приводила к по-



За частоколом флагов у здания Вижьян Бхаван, где происходил конгресс, бьют фонтаны

дийского океана. На этих заседаниях частично рассматривались более новые материалы, чем вынесенные на секции.

Преимущественно организационные и методические проблемы, но также и некоторые конкретные вопросы были предметом дискуссий на заседаниях научных ассоциаций и обществ при конгрессе — Международного палеонтологического союза, Международной гидрогеологической ассоциации, Общества по вопросам экономической геологии и т. д.

Наконец, действовал и недавно организованный Междуна-

стоянным перекрытиям. Интересные доклады в секциях, комиссиях, подкомиссиях, симпозиумах происходили в одно и то же время, и хотя делегаты изучали до дыр опубликованную оргкомитетом сводную программу, всюду поспеть было невозможно. К сожалению, это беда едва ли не всех международных научных съездов.

Большой успех имела организованная на конгрессе выставка геологических материалов. Карты, книги, различные схемы заняли два этажа вместительного здания Вижьян Бхаван. Может быть, во мне говорит патриотизм, но кажется, что советская выставка, самая обшир-

ная по количеству экспонатов, пользовалась особенным вниманием. Большое впечатление, в частности, произвел на иностранцев размах издательско-переводческой деятельности в Советском Союзе — ни в одной другой стране не публикуют столько переводов зарубежной геологической литературы, как у нас.

Советская делегация была одной из очень активных на конгрессе. На иных секциях некоторые дни оказывались почти целиком «советскими». Во многих случаях доклады наших геологов выгодно отличались широтой подхода к рассматриваемым вопросам, важным теоретическим значением выводов. Это относится, например, к ряду сообщений о тектоническом устройстве Азии, геологии дна Индийского океана, составлении обзорных тектонических карт обширных территорий. Значительный интерес вызвали доклады советских геологов о так называемых строматолитах — органических остатках, содержащихся в древнейших, докембрийских формациях и позволяющих увереннее сопоставлять эти древние толщи.

Одним из важных мероприятий конгресса явилась разработка программы по исследованиям верхней мантии Земли. Эта проблема, зародившаяся несколько лет назад в Институте физики Земли Академии наук СССР (впервые ее наиболее четко сформулировал член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов), быстро получила признание среди геофизиков всех стран. Геологи же в первый раз широко обсудили ее в Дели. Очевидно большое принципиальное значение этих исследований. Не зная строения подкоровых слоев Земли, называемых мантией, и существа происходящих в них процессов, невоз-

можно определить закономерности развития земной коры, на поверхности которой мы живем, добывая из нее все наши минеральные богатства. Однако, несмотря на такую теснейшую связь человечества с земной корой, знаем мы ее плохо, хуже удаленного космического пространства. Теперь, после дискуссий в Дели, можно надеяться, что совместные усилия геологов, геофизиков и геохимиков всех стран будут способствовать прогрессу в решении этой сложной проблемы.

Признанием той роли, которую советская геология играет в мировой геологической науке, явилось избрание советских ученых в руководящие органы большинства комиссий, ассоциаций и союзов конгресса. Член-корреспондент Академии наук СССР И. И. Горский был избран одним из вице-президентов Международного геологического союза.

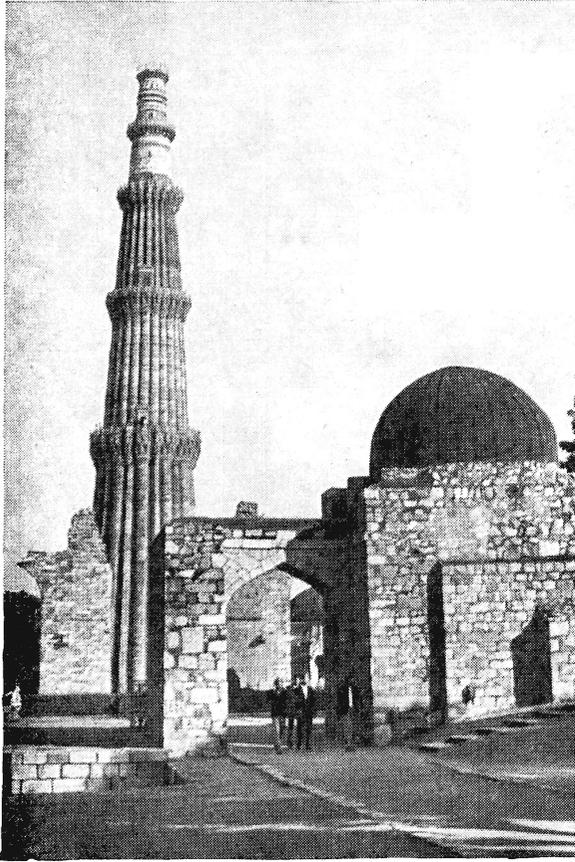
Десять дней продолжался конгресс, и все эти дни геологи были заметными фигурами в Дели. Люди со значками конгресса на груди, с неизменным фотоаппаратом, встречались на улицах и в музеях, в книжных магазинах и лавках, торгующих агатовыми ожерельями, серебряными тибетскими кольцами и прочими сувенирами. Делегаты бродили по старинным сооружениям Китаб-Минара с его удивительным пятиступенчатым минаретом, вознесшимся над колоннадами заброшенных храмов, и красностенного Ред Форта у реки Джамны. На ее берегу были кремированы тела великих индийцев — Махатмы Ганди и Джавахарлара Неру. Здесь нет ни мавзолеев, ни обелисков — плоские земляные холмы едва поднимаются над долиной реки. Но люди идут сюда без конца, с утра до вечера, группами и в одиночку.

ГЛАЗАМИ СОВЕТСКОГО ДЕЛЕГАТА

Я пробыл в Индии слишком мало времени (причем из этого малого довольно много ушло на заседания конгресса), чтобы делать общие заключения о стране и ее народе. Хотя геолог-тектониста в известной мере располагает к смелым обобщениям его специальность, заставляющая восстанавливать картину целого по скудным фрагментам, однако в данном случае кажется более правильным ограничиться преимущественно субъективными впечатлениями.

Мы были в Индии в чудесную пору года — ни изнуряющей жары, ни холода. Правда, в Дели температура ночью иногда падала до 8—10° и в неотопляемом отеле становилось прохладно, особенно в ванной комнате, в наружном окне которой вместо стекол вставлены решетчатые деревянные жалюзи. Но больших неудобств нам, северянам, это не причиняло.

Впрочем, не везде была хорошая погода. В северо-западных Гималаях, в Кашмире, куда перед конгрессом отправилась самая многочисленная экскурсия (в ней было сто участников), в последние дни поездки ударили морозы и начались небывалые снегопады. Город Сринагар — база экскурсии — оказался накрепко отрезанным от мира: аэродром покрыла толща снега в несколько метров! Судьба экскурсантов стала на конгрессе притчей во языцех — ежедневно сообщалось, как идут «спасательные» работы, а мы звали узников Сринагара «тиграми снегов». Прибыли они в Дели... через три часа после закрытия конгресса. В этой группе оказались и два советских делегата — И. И. Горский и Н. А. Беляевский.



Пятиступенчатый минарет Китаб-Минар под Дели (высота 72,5 м). Сооружался с конца XII по XVI век (первоначальная постройка была разрушена землетрясением)

До поездки в Индию мы, конечно, слышали и читали о ее замечательных памятниках архитектуры. Лучше всего мы познакомились с ними в Агре, находящейся в двухстах километрах к югу от Дели. Для участников гималайских экскурсий было очень интересно проехать по индийской равнине, среди полей, которые до того мы видели лишь с самолета. Всюду шла уборка сахарного тростника, и хотя сотни людей работали, не разгибая спины, не было впечатления лихорадочной спешки. Черномазые, порой совершенно голые ребятишки кучами вози-

лись и играли в поселках, через которые мы проезжали. На многочисленных озерах и прудах белыми изваяниями стояли цапли — их здесь не преследуют. Встреченный на дороге работника-слон был обнят со всех сторон. К сожалению, я перезарядил аппарат в тот момент, когда кто-то из экскурсантов вызвал ликование фотографов, нежно припав к хоботу слона.

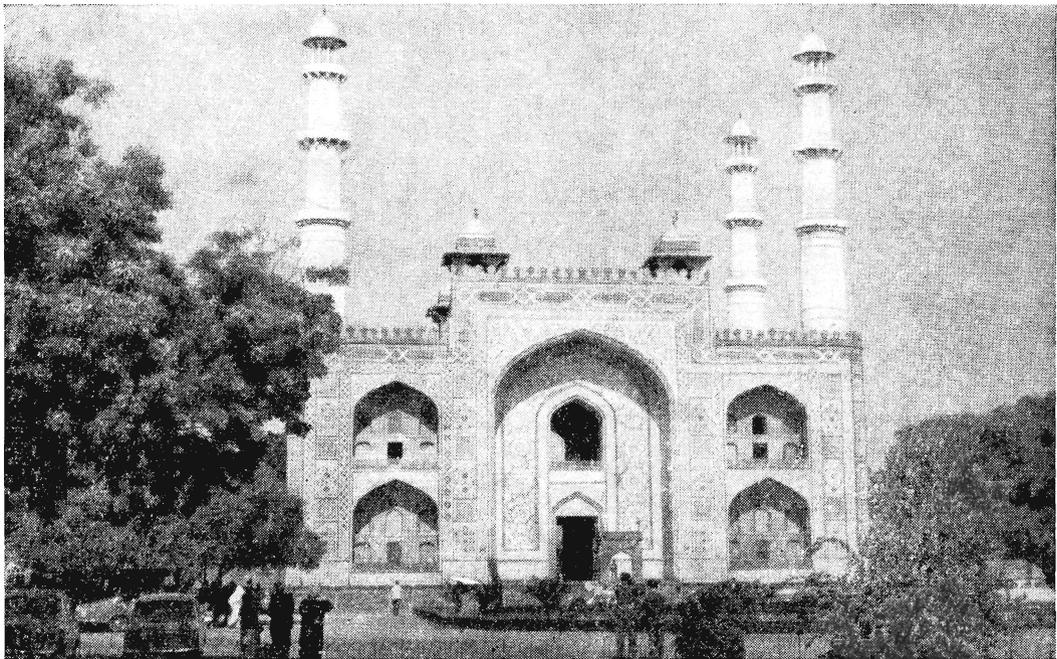
Храмы Агры прекрасны. Мне пришлось побывать в городах востока, славящихся старинным зодчеством, — в Хиве, Бухаре, Самарканде, Пекине. Агра не просто выдерживает

сравнение с любым из них. Нигде я не видел ничего подобного Тадж-Махалу. Белый узорчатый мрамор мавзолея настолько выразителен, что действительно ощущается теплым, живым; его сделали таким триста лет назад руки безвестных резчиков. До изумления просты и закончены минареты, с четырех углов стегущие Тадж-Махал. Не менее великолепна гробница могучего Акбара — одного из знаменитейших императоров могольской династии.

Но и эти памятники и памятники других городов показались мне менее интересными окружавших их людских толп, пестрых и волнующихся, шумливых и подчас надоедлых, но необыкновенно разнообразных.

Многолюдство поражает в Индии, пожалуй, больше всего. В Дели, Калькутте, гималайских поселках — всюду огромное количество людей. Если уж едут утром служащие на велосипедах, то любые проспекты становятся тесными; пробиться через базар — задача не легкая; плотность толпы на митинге бросает в дрожь непривычного зрителя. Даже в карты здесь играют компаниями иногда по десять — двадцать человек.

Далеко не все в этом многолюдстве нам нравилось. Бросались в глаза нищета, грязь, лохмотья вместо одежды. В Калькутте европейцу подчас неприятно ходить пешком, так охотятся за ним нищие, мальчишки — чистильщики обуви, рикши. Много нищих и в старой части Дели. Может быть, я ошибаюсь, но кажется, что нищество в Индии — это не просто показатель бедственного положения части населения. Думается, что в какой-то мере здесь сказывается одно из колониальных наследий. Тогда каждый «белый» рассматривался как «господин», кланчить у которого



Могила Акбара у Агры. Сооружена в начале XVII века

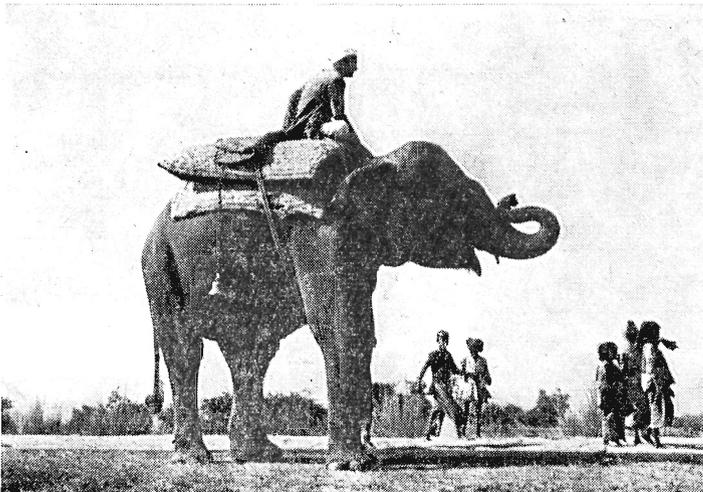
милостыню было совершенно естественным. Частично эти традиции сохранились и поныне, несмотря на изменившиеся социальные условия в стране. Во всяком случае я как-то не замечал, чтобы нищие атаковывали

«своих», индийцев, даже прекрасно одетых и явно хорошо обеспеченных.

Ужасна в индийских городах бездомность, когда люди — вот так, как они есть — просто живут на тротуаре: готовят себе

здесь пищу, стирают, спят. Правда, надо считаться с тем, что на юге жизнь вообще во многом проходит на воздухе. С раннего утра до глубокой ночи торгуют в лавочках или работают в мелких мастерских, у которых вместо двери съемная передняя стена и все фактически вынесено на улицу. Но даже с учетом этих особенностей жизни на теплом юге страшно становится, когда видишь сидящие на тротуаре в вечернем сумраке фигуры; прислонившись к стене, они сидят молча, ничего не делая. Перед некоторыми горят маленькие костры — несколько щепок. Рядом деловито укладываются на ночлег муж с женой — внизу рваная циновка, сверху — равное одеяло. Спят и днем, под солнцем, под ногами пешеходов. Самый потрясающий город в этом отношении — Калькутта.

Но вот при таком многолюд-



Работяга-слон на дороге в Агре

стве, при вечной толкотне на улицах, в лавках, автобусах (в часы пик автобусы чуть ли не со всех сторон обвешаны человеческими гроздьями) — при всем том за три недели, проведенные в Индии, я ни разу не видел уличных происшествий. Не только пьяных (их отсутствие понятно: в одних штатах сухой закон действует всегда, в других — большинство дней недели; кроме того, алкоголь очень дорог), но не видел я и драк, ни даже ссор или «крупных» разговоров. Не видел ни одного случая наказания ребенка, а ведь многие тысячи ребятшек с шумом и криками бегают под ногами у взрослых.

С другой стороны, я видел бездомных собак, спящих, уютно свернувшись клубком, на тротуарах бойких улиц Калькутты, по которым движение не меньше чем, например, по тротуарам улицы Горького в Москве. Выбирая себе такие места для отдыха, собаки, видимо, уверены, что без крайней нужды их не потревожат. В Дели полно маленьких пестрых бурдучков, отважно скачущих по земле от дерева к дереву или дремлющих на ветках, низко спускающихся к уличному ресторанчику. В них не кидают камнями.

Из всех этих впечатлений складывалось одно, главное — о большой терпимости индийцев. И хотя тремя страницами выше

я обещал не делать общих заключений, кажется, что личные наблюдения согласуются здесь с тем, что мы знаем об Индии по литературе, по истории (в частности — в новейшее время), и что рисует ее народ с самой привлекательной стороны.

Вместе с тем индийцы вовсе не безразличны к происходящему. Одновременно с нами в Индии был папа римский Павел VI, мы видели в киножурнале его приезд в Бомбей, десятки тысяч встречающих. На стенах многих зданий в Дели вскоре появились печатные плакаты прямо противоположного содержания: на одних значилось «мистер папа, добро пожаловать», на других — «мистер папа, уезжайте домой». Видели мы и уличные демонстрации, происходившие по разным поводам, например, в знак протеста против вывоза за границу золота. Демонстранты шли мимо нашего отеля к парламенту с черными флажками, что-то хором и в одиночку выкрикивая, скандируя и очень горячась.

В Индии много строят. Но в пригородах по-прежнему бесчисленное количество самых неудобных и жалких жилищ — землянки, какие-то загоны, шалаши.

В последние дни пребывания в Дели сильно потеплело, утрами же над городом висел густой туман, из которого беззвучно выкатывали шеренги велосипе-

дистов — служащие ехали на работу. В одно такое утро, 23 декабря, мы улетали домой. Гигант Ту-114 вобрал в себя длиннейшую очередь, выстроившуюся у трапа, и еще остались свободные места. Сверху мы опять увидели куски и кусочки возделанной земли. Кое-где все было затоплено — сильные дожди в близлежащем районе Гималаев вызвали на равнине наводнение.

Вскоре туман исчез и вот на нас начали надвигаться Гималаи. Это была не самая высокая их часть, но огромных вершин торчало много, и они оказались вдруг прямо под самолетом, угрожающе близкие. Острые гребни, ребристые пики, каменные, безжалостно твердые, а дальше к северу обманчиво мягкие, заваленные снегом, с ледниками, свисавшими в долины, где тускло блестели замерзшие реки.

Мы улетали из Индии, интереснейшей страны, с жизнью и народом которой смогли лишь чуть-чуть соприкоснуться за эти три недели. Он трудно живет сейчас, этот народ, только недавно ставший свободным и самостоятельным. Хотелось пожелать ему всяких успехов и сказать не «прощайте», а «до свидания».

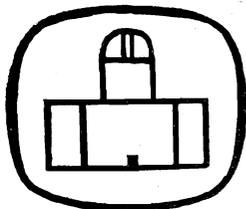
Через семь часов нас встретил изрядный мороз. По простору Шереметьевского аэродрома мела метель.



НОВОЕ О МОЛОДЫХ ЗВЕЗДАХ

Исследования очень молодых звезд типа Т Тельца, проведенные на Бюраканской астрофизической обсерватории, показали, что свет, излучаемый этими звездами, заметно поляризован. Свет,

рождаемый обычными звездами, имеет тепловую природу и, следовательно, не поляризован. Таким образом, наблюдение звезд типа Т Тельца показывает, что в них находятся необычные нетепловые источники света. Природа этих источников пока неизвестна. («Сообщения Бюраканской а. о.», вып. 35, 1964)



ПО ОБСЕРВАТОРИЯМ И ИНСТИТУТАМ

ОБСЕРВАТОРИИ АВСТРАЛИИ

(Впечатления от поездки)

*Д. Я. МАРТЫНОВ,
профессор*

Всего 36 часов, из них 8 часов ожидания попутного самолета в Карачи, — и вот вы уже перенеслись в другое полушарие, на другой материк, из Европы в Австралию, из Москвы в Сидней. 19 000 км летного пути — почти половина окружности Земли! Кроме того, мы сменили время года, попав из хмурой осени в солнечную весну.

Для меня же, астронома, самым примечательным в этой поездке было увидеть южное полушарие звездного неба.

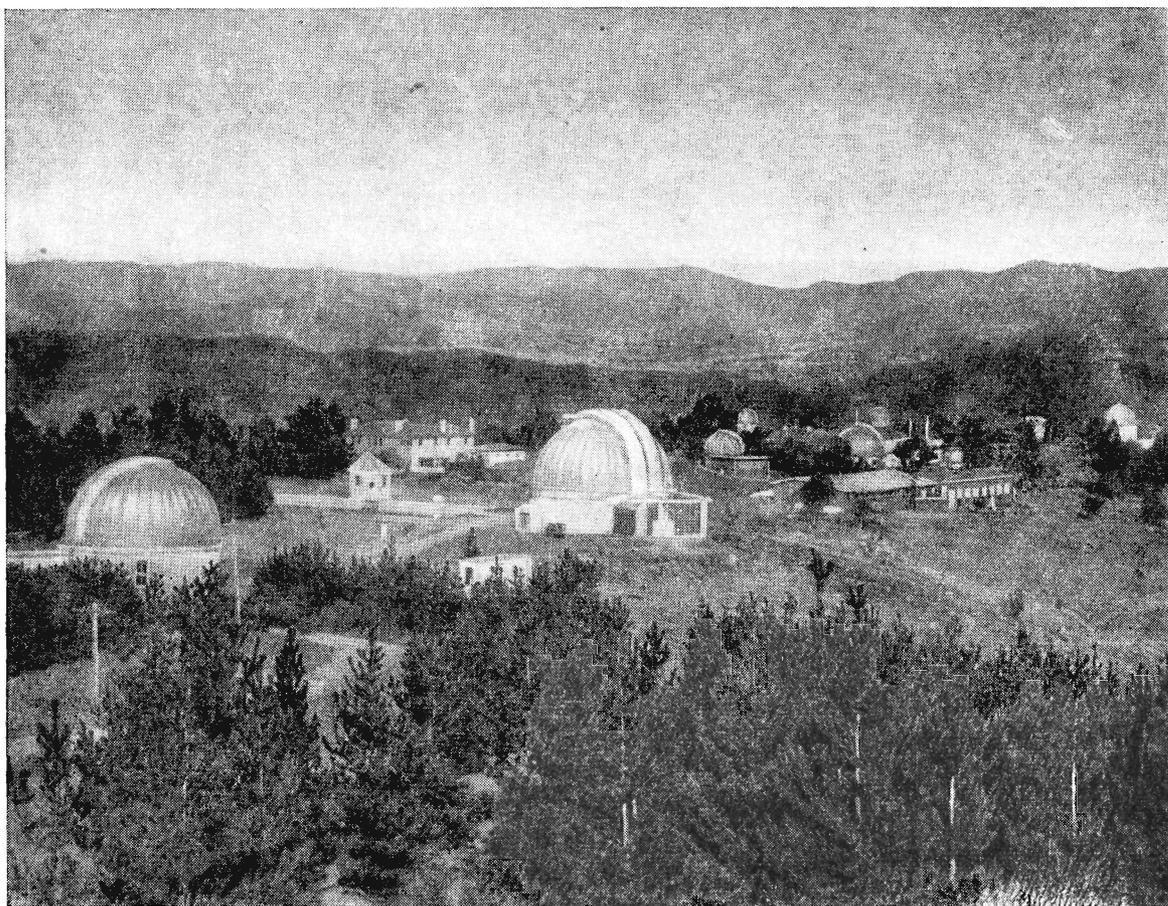
Действительно, в первую же ночь в Канберре, когда я ловил «чужие созвездия» в просветах между облаками, освещенными довольно яркой Луной, я затаил дыхание, увидев вдруг неподвижное облако среди других, бегущих. Это было Большое Магелланово облако. Ориентируясь по нему и по яркому Ахернару, я вскоре нашел и Малое Магелланово облако, а потом, в каждую ночь наблюдений (и даже в полнолуние) видел Магеллановы облака.

В хорошую безлунную ночь Южный Млечный Путь, который мы привыкли называть «зимним», являет собой необыкновенное зрелище. Все эти звезды и звездные облака в созвездиях Кормы, Парусов, Киля, Южного Креста и Центавра без преувеличения можно сравнить с жемчужным ожерельем, усеянным бриллиантами. Особенно яркое место Млечного Пути видно около знаменитой перемной звезды Эты Киля и окружающей ее не менее знаменитой туманности, видимой невостуженным глазом. Без каких-либо вспомогательных средств хорошо видна туманность в Орионе. Видеть это созвездие и близкий к нему Сириус к северу от зенита — примечательно, но еще любопытнее то, что на южном небе господствует не Сириус, а Канопус, быть может потому, что последний довольно одиноко расположен вдали от ярких звезд. Южный Крест — не крест, а скорее вытянутый с одной стороны ромб — не очень

впечатляет, зато образующие пару Альфа и Бета Центавра запоминаются как самые яркие звезды Южного Млечного Пути.

Неожиданно оказалось, что для астронома никаких трудностей не возникает от того, что вращение небесного свода в южном полушарии кажущимся образом противоположно вращению его в северном полушарии. Нужно только не забывать, где ты находишься...

Воздушное путешествие в Австралию я совершил в соответствии с соглашением об обмене учеными между Московским государственным университетом и Австралийским национальным университетом (АНУ) в Канберре, в столице Австралии — еще недавно британского доминиона, а ныне суверенной страны с территорией 7,7 млн. кв. километров. Несколько большую площадь занимают Соединенные Штаты Америки, только в них живут 200 млн. человек — раз в 18 больше, чем в Австралии! Зато



Общий вид обсерватории Маунт Стромло. В центре — башня 74-дюймового рефлектора

в Австралии овец столько же, сколько людей в США, и это составляет один из источников благосостояния страны.

Страна действительно богатая, Австралия расходует значительные средства на научные исследования, широко привлекает на работу ученых из других стран и имеет бесспорные успехи во многих разделах науки. В их числе радиоастрономия, выросшая на базе хорошо развитой радиоэлектроники. У австралийских радиоастрономов есть чему поучиться.

В Австралии развита и оптическая астрономия. Правда, она представлена только одной крупной обсерваторией, которая имеет и вполне современное оборудование, и сильный научный коллектив, и богатые перспективы. Это — обсерватория Маунт Стромло, входящая в состав Австралийского национального университета. Обсерватория расположена на горе Стромло в одиннадцати километрах от Канберры и связана с городом превосходной дорогой длиной 19 км. Обсерватория расположена на высоте 750 м над уровнем моря и примерно на 200 м выше уровня долины, где находится Канберра, благодаря чему

помехи от городских огней сравнительно невелики, тем более что Канберра — небольшой город с невысокой плотностью застройки. Однако в предвидении роста столицы обсерватория Маунт Стромло организовала в пустынных горах Сайдинг Спринг (Новый Южный Уэльс) в 500 км к северу мощную станцию, с которой связывает свое дальнейшее развитие. Высота обсерватории Сайдинг Спринг над уровнем моря невелика — около 1100 м, но зато вокруг — обширные пространства, занятые редкими фермами, а ближайший город — Кунабарабран с населением менее 10 000 человек находится в 30 км. Любо-

пытно, что обсерватория Сайдинг Спринг находится на широте минус 31° . Это значит, что южный галактический полюс кульминирует здесь в зените, так что в известный момент суток можно видеть сразу **весь Млечный Путь**, разумеется, стелющимся по горизонту.

Директор обсерватории Маунт Стромло, известный астроном профессор Бок, был гостем нашей страны в сентябре — октябре 1964 г. Тогда в Москве я получил его любезное согласие провести на Маунт Стромло фотоэлектрические измерения затменной двойной звезды RU Единорога, которая в наших широтах видна только в зимнее время, бедное ясной погодой, и при том на небольшой высоте (ее склонение — минус 7°). В этой работе и во всем своем пребывании в Австралии я пользовался самым широким гостеприимством Австралийского национального университета, обсерватории Маунт Стромло и лично профессора Бока и его супруги. Миссис Бок и ее муж известны советскому читателю как авторы превосходной книги «Млечный Путь», изданной у нас в русском переводе пять лет назад.

Обсерватория на горе Стромло — молодая обсерватория. Она ведет начало от подаренного государству полковником Одди из Балларата небольшого телескопа, с которым были начаты регулярные наблюдения в 1925 г. под руководством первого ее директора Даффилда. Здесь вскоре был установлен еще 13,5-метровый солнечный телескоп, и обсерватория получила наименование «Государственной солнечной обсерватории», хотя в ней велись разнообразные астрономические и геофизические исследования. Обсерватория хорошо поработала

и на оборону во время второй мировой войны (конструкция и изготовление прицельных приборов). В 1945 г. ей был передан из упраздненной Мельбурнской обсерватории большой рефлексор и оборудование службы времени. Рефлексор был радикально модернизирован, в частности старое металлическое 48-дюймовое зеркало его было заменено 50-дюймовым стеклянным. В эту же пору обсерватория получила нынешнее свое название и в 1946 г. вошла в состав новооткрытого Австралийского национального университета.

Сейчас обсерватория Маунт Стромло занимает богатый и все разрастающийся комплекс научных и вспомогательных помещений, в которых размещены различные телескопы и лабораторные инструменты. Обсерватория располагает превосходными мастерскими — механической, оптической и электронной — и богатой библиотекой, в которой я нашел многочисленные советские журналы и издания обсерваторий, содержащиеся в полном порядке. Совсем недавно в обсерватории Маунт Стромло построено очень удобное и просторное лабораторное здание, названное именем основателя обсерватории Даффилда. В нем каждый ведущий ученый имеет отдельную рабочую комнату, а младшие сотрудники и аспиранты располагаются в рабочих комнатах по двое. Здесь же находится небольшой конференц-зал и комната для семинарских занятий.

50-дюймовый рефлексор находится в постоянной работе как телескоп для электрофотометрических, поляриметрических и спектральных наблюдений. Он всегда применяется в Кассегреновской комбинации со светосилой $1:18$, т. е. имеет эквивалентный фокус в 23 м.

Главный инструмент обсерватории Маунт Стромло — 74-дюймовый рефлексор, вступивший в строй в 1955 г., имеет зеркало диаметром почти 2 м при фокусном расстоянии 9,5 м. Возможны две комбинации — Ньютоновская и Кудэ. В первом случае — сходящийся от главного зеркала пучок выводится после отражения от плоского зеркала к боковой поверхности трубы телескопа. Во втором случае, подобно Кассегреновской комбинации, этот пучок перехватывается гиперболическим зеркалом и становится очень медленно сходящимся, как при светосиле $1:31$, так что эквивалентное фокусное расстояние получается равным 58 м.

Особенность комбинации Кудэ состоит в том, что плоские зеркала направляют световой пучок сперва внутрь часовой оси телескопа, а затем вдоль этой оси вниз в сторону пола башни телескопа. Там, в удобном для наблюдателя месте, у северного (более низкого) столба, несущего полярную ось телескопа, получается неподвижное действительное изображение небесного объекта в очень крупном масштабе: 3,5 угловых секунды в 1 мм. Такая установка особенно удобна во всех случаях, когда последующий оптический анализ действительного изображения осуществляется с помощью громоздких и капризных вспомогательных приборов. Последние можно расположить еще дальше вниз вдоль направления полярной оси, в частности под пол, где можно создать условия постоянной температуры. Именно этого требует спектральная аппаратура, когда хотят получить большую дисперсию по спектру. Фактически у 74-дюймового телескопа на Маунт Стромло у фокуса Кудэ располагается длиннофокусный коллиматор, за которым стоит

дифракционная решетка и набор быстросменяемых камер со светосилой от 1:22 до 1:2. Длиннофокусная камера позволяет получать спектры ярких звезд с дисперсией до 2,5 А/мм, а короткофокусная дает спектры звезд до 15-й звездной величины с дисперсией 100 А/мм. Правда, для этого приходится фотографировать спектр в течение целой ночи.

Еще более слабые объекты спектрографируются с помощью миниатюрного небулярного спектрографа со светосилой 1:1,2, помещенного в Ньютоновском фокусе телескопа. В этом случае наблюдатель располагается у верхнего края трубы телескопа на специальной платформе,двигающейся вдоль смотровой щели сферического купола башни телескопа. В данном случае щель имеет ширину около 4 м. В Ньютоновском фокусе производят также прямое фотографирование неба для выявления предельно слабых объектов, в частности звезд до 22-й звездной величины.

На обсерватории Маунт Стромло есть еще два крупных телескопа, установленных астрономами северного полушария для изучения ими южного звездного неба. Это 26-дюймовый фотографический рефрактор, принадлежавший двум американским обсерваториям (Йелского и Колумбийского университетов). После 38 лет работы в южном полушарии по определению параллакс и собственных движений звезд телескоп этот, выполнив задачи, ради которых он был построен, был подарен обсерватории Маунт Стромло. К сожалению, сейчас этот превосходный инструмент стоит без употребления. Новой программы для него не придумали.

Напротив, в полную меру используется 26-дюймовый телескоп Шмидта, установленный

университетом Упсала (Швеция). Шведские и австралийские ученые пользуются этим прекрасным инструментом совместно. Он имеет умеренную светосилу 1:3,5 и снабжен объективной призмой.

Обсерватория Сайдинг Спринг расположена в мало населенной части штата Новый Южный Уэльс и свободна от промышленных помех. Здесь значительно больше ясных дней, чем в районе Маунт Стромло. Поэтому австралийские астрономы планируют разностороннее развитие этой станции и установку на ней, кроме имеющихся уже 40- и 16-дюймовых телескопов, еще 50- и 26-дюймовых из Маунт Стромло, а также намечаемого к постройке 150-дюймового (3,5-метрового) рефлектора. Профессор Бок ведет очень настойчивую кампанию за заказ этого телескопа австралийским правительством. Если английские ученые поддержат этот проект, он, вероятно, будет осуществлен в близком будущем. Вместе со строящимся для Всевропейской обсерватории в Чили 3,5-метровым австралийский телескоп будет делить третье и четвертое места среди телескопов мира.

Уже установленные в Сайдинг Спринг телескопы представляют собой техническую новинку как в конструктивном отношении, так и по насыщенности их электроникой. Оба они построены малоизвестной фирмой Боллер и Чивенс в Пасадене (США), а оптика поставлена прекрасно зарекомендовавшей себя корпорацией Перкин-Элмер (также США). Особенно интересно консольное решение подвески трубы телескопа. Хорошо скрыты все вспомогательные части. Управление — кнопочное как от телескопа, так и от пульта, куда на табло выдаются в цифровом виде отсчеты

кругов и звездное время. Более скромный 16-дюймовый телескоп имеет отсчеты кругов на циферблатах, движущихся вместе с телескопом. Оба телескопа имеют очень удобный подъемный пол, работающий от масляной гидравлики. 40-дюймовый телескоп употребляется обычно в оптической комбинации Ричи-Кретьена 1:8, но может быть использован и в комбинации Кудэ с относительным отверстием 1:40, т. е. с фокусом 40 м. Комбинация Ричи-Кретьена сходна с Кассегреновской, но, благодаря небольшой ретуши зеркал, свободное от искажений фотографическое поле получается значительно больше, чем обычно — в данном случае оно имеет поперечник в 1°.

Обсерватория Сайдинг Спринг не имеет постоянного научного штата. Наблюдатели приезжают сюда по расписанию, разрабатываемому ежемесячно. Приехать можно поездом, автомашиной или самолетом. Я, например, ехал в автомашине, которую вел профессор Бок; другим пассажиром была миссис Бок, и ехали мы 400 миль два дня с остановкой в Парксе, для ознакомления с гигантским радиотелескопом. Самолет Канберра — Сидней — Кунабарабран доставляет за четыре — шесть часов, из которых летных — полтора. Наблюдателя в Сайдинг Спринг встречает умеренный комфорт, до горячего душа включительно. Однако в душевых и умывальных висит плакатик «don't waste water» («берегите воду»), потому что воду здесь собирают во время дождей, не столь уж частых. Бытовые условия здесь, как и в уединенных фермах Австралии, в значительной степени облегчаются хорошими дорогами и изобилием автомашин. В обсерватории Маунт Стромло несколько автомашин, но нет шоферов. Каждый здоровый

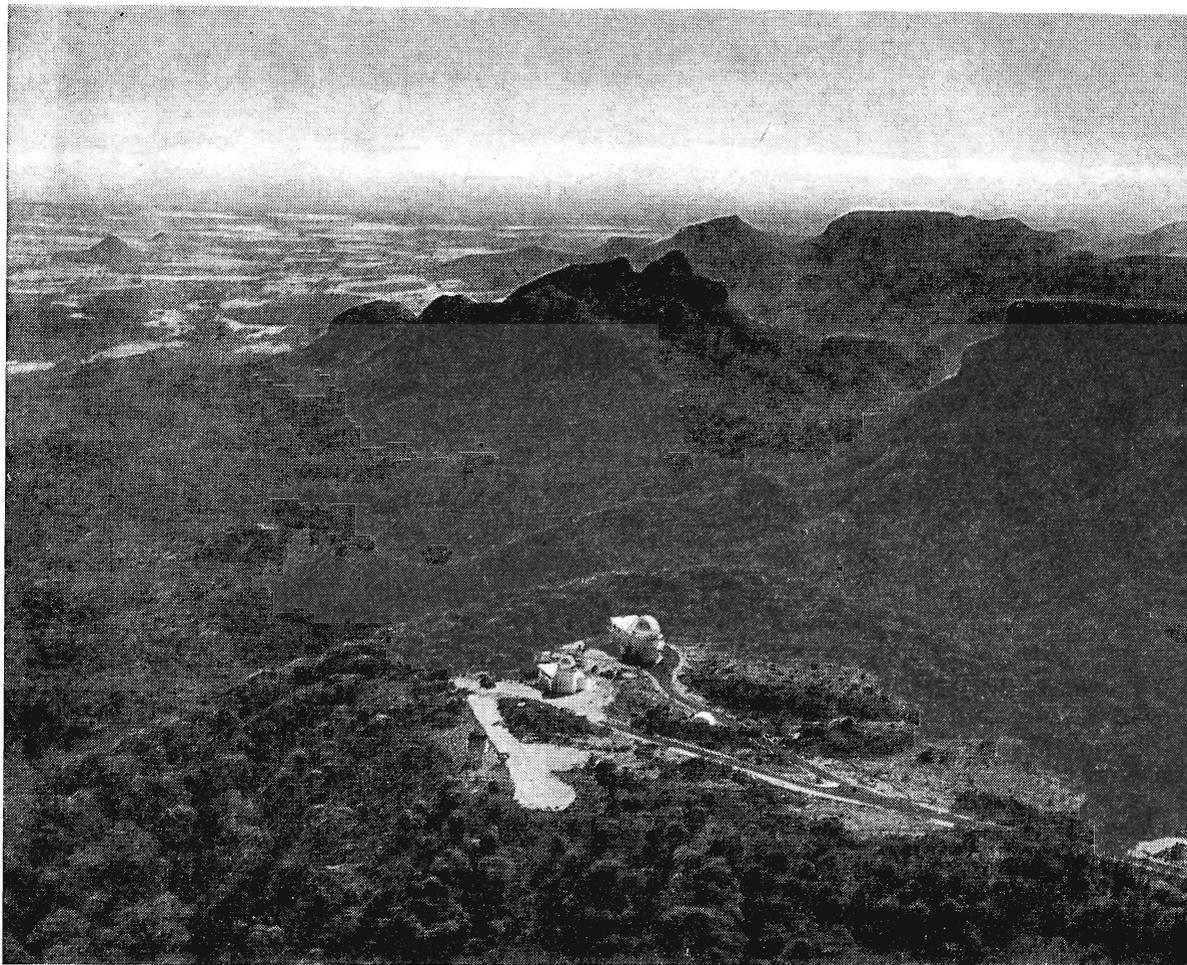
взрослый человек в Австралии умеет водить машину. Съездить в город из Маунт Стромло в Канберру или из Сайдинг Спринг в Кунабарабран — пустяковое дело, не причиняющее забот. Технический уход за машиной осуществляют многочисленные станции техобслуживания, а от трудностей, связанных со снегопадом, гололедом, морозом, освобождает мягкий австралийский климат. Радиотелефон связывает обсерваторию Сайдинг Спринг с телефонной станцией Кунабарабран, а значит и со всей Австралией.

Обсерватория Маунт Стромло вместе со своей станцией Сайдинг Спринг является типичным центром наблюдательной астрономии. Здесь все, начиная от директора обсерватории профессора Бока, ставят превыше всего астрономические наблюдения, стремясь получить их наилучшими методами, обрабатывая их самым тщательным образом и делая выводы строго и надежно обоснованные.

Австралийские ученые находят почти неисчерпаемое поле для исследований в Большом и Малом Магеллановых облаках и в южной части Млечного

Пути, недоступных северным наблюдателям. К изучению этих объектов астрономы Маунт Стромло подходят всесторонне — электрофотометрические измерения, поляриметрия, спектры звезд и газовых туманностей, а также прямые фотографии избранных областей для исследования строения звездных систем. Особенно тонко разработаны в Маунт Стромло методы электрофотометрических измерений, включая поляриметрию. Здесь пять электрофотометров, работающих безукоризненно, сделанных настолько хорошо, что каждый из

Обсерватория Сайдинг Спринг.
Вид с самолета



них безупречно действует даже в руках нетренированного наблюдателя. Инженер-электронщик несет за это всю ответственность.

На обсерватории проводится U, В, V-фотометрия, т. е. исследование излучения звезд в ультрафиолетовой, синей и визуальной области спектра вплоть до звезд 18-й величины (профессор Бок, доктор Хогг, доктор Ходж и др.), что кладется в основу такого же исследования еще более слабых звезд фотографическим путем. Профессор Бок открыл таким образом ассоциации горячих звезд в Магеллановых облаках и далекие

группы горячих звезд Млечного Пути. Доктор Сирле ищет химические различия разных групп горячих и холодных звезд, занимающих верхнюю часть диаграммы Герцшпрунга — Ресела и относящихся к сферической составляющей звездного населения. Можно было бы ожидать, что здесь встретятся звезды весьма разного возраста и это отразится на их химическом составе. Фактически доктор Сирле не нашел пока никакого различия в содержании водорода у всех этих звезд.

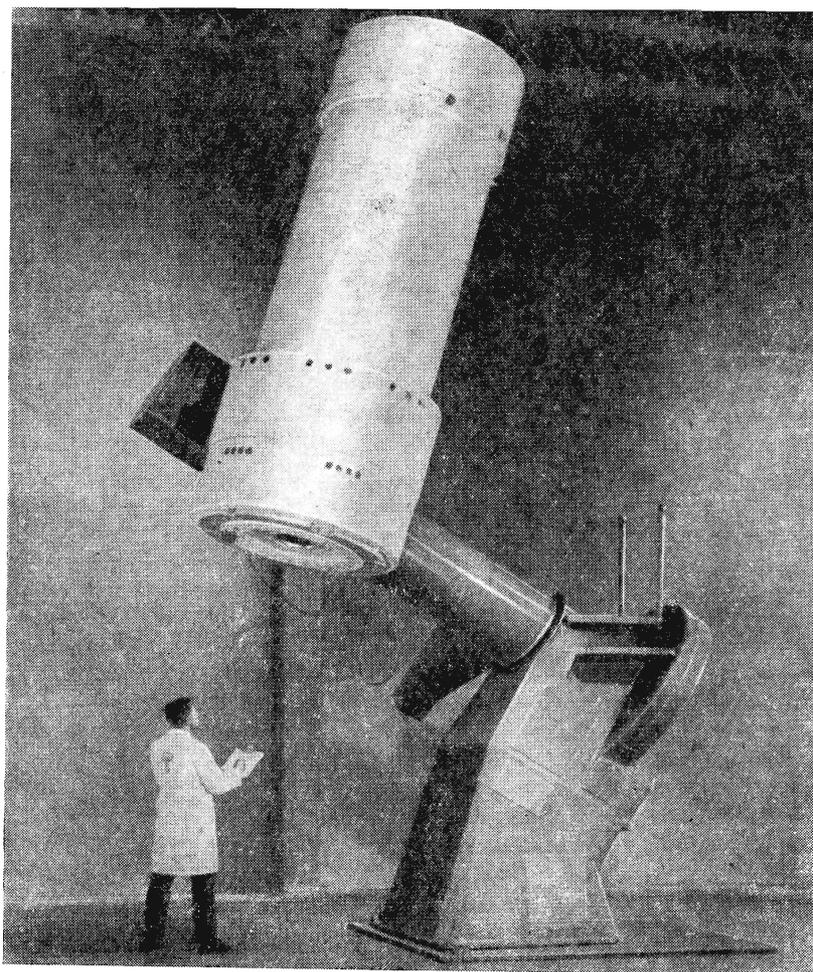
Доктор Вестерлунд сейчас занят исследованием остатков трех сверхновых звезд, обнару-

женных радиоастрономами в Большом Магеллановом облаке по специфическому для таких остатков нетепловому радиоизлучению. Здесь оказались слабые туманности. Они располагаются по периферии огромного кольца (диаметр — 1000 пс) из нейтрального водорода. Южная часть кольца разорвана и здесь находятся размещенные по дуге многочисленные горячие звезды, образующие мощную звездную группу. Вестерлунд полагает, что вся дуга есть остаток грандиозной вспышки сверхновой звезды I типа, а сами туманности — остатки вспышек Сверхновых II типа. Эти звезды обладают сравнительно богатым содержанием тяжелых элементов, включая металлы. Наличие таких звезд в Большом Магеллановом облаке говорит о том, что последнее является уже немолодой неправильной галактикой.

В 1932 г. Адамс и Данхем на обсерватории Маунт Вилсон впервые получили спектр Венеры в ближней инфракрасной области. Здесь они обнаружили три полосы поглощения углекислого газа, из чего был сделан вывод о его богатом содержании в атмосфере Венеры. Но из спектрограмм можно было сделать еще выводы о температуре атмосферы Венеры и ее атмосферном давлении, что однако было выполнено лишь много лет спустя; к сожалению, при фотографировании спектра Венеры наблюдатели не отмечали, какое именно место (и одно ли место) диска планеты подвергалось спектрографированию.

В 1964 г. Данхем повторил съемки спектра Венеры на этот раз в фокусе Кудэ 74-дюймового телескопа обсерватории Маунт Стромло с наибольшей достижимой дисперсией 2,5 А/мм.

40-дюймовый рефлектор обсерватории Сайдинг Спринг

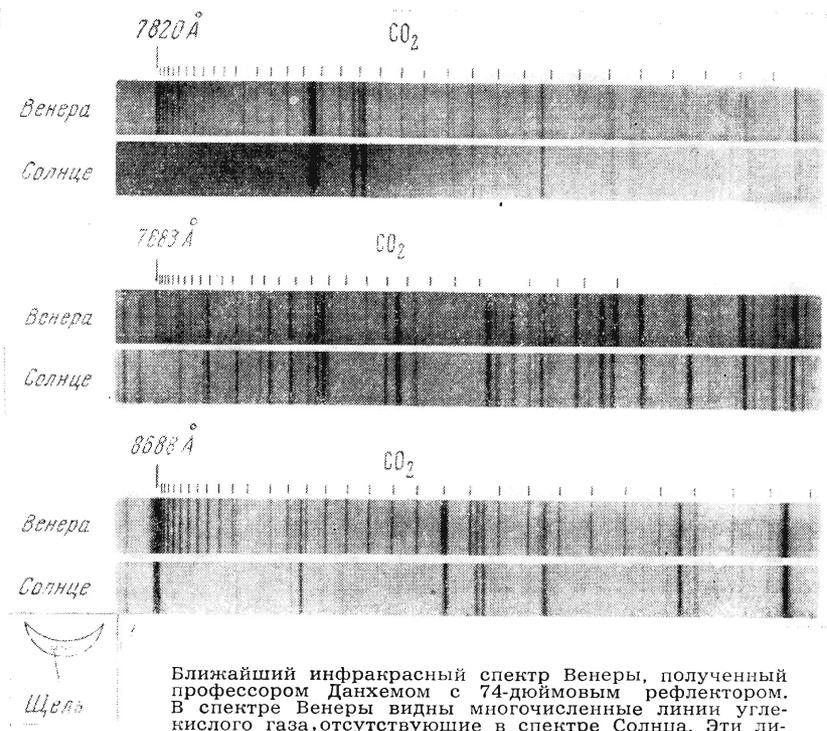


в два раза большей, чем прежде, а время экспозиции сократилось вчетверо — так выросла чувствительность инфракрасных эмульсий за 30 лет. Новые спектрограммы профессора Данхема превосходны. На этот раз точно известно, к какому месту серпа Венеры эти спектры относятся. Предварительная обработка спектрограмм дала распределение интенсивности между отдельными линиями внутри каждой молекулярной полосы, которое позволяет вывести температуру Венеры равной 422°K ($+149^{\circ}\text{C}$). Эта температура относится к какому-то промежуточному слою атмосферы планеты, но не к ее поверхности.

Можно очень много рассказывать о последних работах астрономов Маунт Стромло, но я ограничусь теми, о которых мне рассказали сами авторы и которые я пересказал сейчас. Я не имел времени для ознакомления со службой времени и службой широты, которые поставлены в ведущей австралийской обсерватории на солидную основу современной наблюдательной техники.

При ознакомлении с обсерваторией Маунт Стромло своеобразие впечатление производит простота национального состава ее ученых, а именно среди старших научных работников обсерватории: австралийцев — трое, новозеландцев, голландцев — по двое, швед, англичанин, канадец, американец, немец, поляк и чех. Среди молодежи — большинство австралийцы, но есть аспиранты из Индии, Индонезии и США.

Судя по тому, как развивалась обсерватория Маунт Стромло за последнее десятилетие, можно думать, что она закрепит за собой ведущее положение среди обсерваторий южного полушария.



Ближайший инфракрасный спектр Венеры, полученный профессором Данхемом с 74-дюймовым рефлектором. В спектре Венеры видны многочисленные линии углекислого газа, отсутствующие в спектре Солнца. Эти линии возникают вследствие поглощения в атмосфере Венеры. Справа сверху показано, как располагалось изображение серпа Венеры на щели спектрографа

Неизмеримо меньшими возможностями обладает обсерватория в Сиднее, построенная и оборудованная в прошлом столетии. Когда-то она была весьма активной, обслуживала мореплавание. И расположена она почти в самом порту. Нынешний ее директор доктор Харли Вуд стремится хотя бы модернизировать старинные инструменты, чтобы поддерживать с их помощью деятельность обсерватории на современном уровне. Это удалось ему сделать в отношении нормального астрографа стандартного типа (диаметр объектива 33 см, светосила 1:10), которым сейчас фотографируются малые планеты и кометы. Сюда параллельно поставлена еще камера с объективом диаметром 23 см, светосила 1:8.

Радиоастрономия в Австралии представлена несколькими центрами, находящимися в Сиднее. Это — прежде всего радиофизическая лаборатория Государственного института научных и промышленных исследований (C.S.I.R.O.), к ней близко примыкает небольшая солнечная лаборатория, изучающая Солнце методами оптической астрономии. Радиофизическая лаборатория расположена в Чиппендале в одном из зданий Сиднейского университета. Ее возглавляет доктор Боуэн, известный английский радиофизик, много сделавший для радиолокации во время второй мировой войны. Тут же на отделении электроники инженерного факультета профессор Кристиансен возглавляет другую радио-

астрономическую единицу. Третья лаборатория, руководимая профессором Ханбери Брауном и в которой работает известный радиоастроном Миллс, находится в двухстах шагах, на физическом факультете университета в Сиднее. Все эти учреждения сепаратны в своих действиях, но в научном отношении не разобщены.

Радиофизическая лаборатория обладает одним из крупнейших в мире радиотелескопом и строит крупнейший в мире радиоинтерферометр. Радиотелескоп установлен близ Паркса. Это — маленький городок километрах в трехстах тридцати от Сиднея. Город очень гордится своим соседством с радиотелескопом. В нем одна из гостиниц так и называется «Телескоп». В девятнадцать километрах к северу от города на широко открытой равнине расположен участок Австралийской национальной радиоастрономической обсерватории. В центре этого участка находится радиотелескоп с диаметром зеркала 210 футов (64 м). Зеркало вращается около двух осей — вертикальной и горизонтальной, установленных на железобетонном столбе высотой 21 м, несущем всю огромную тяжесть движущихся частей телескопа. Этот столб в нижней части окружен трехэтажной башней, где находятся приемные устройства и все органы управления телескопом.

Поверхность зеркала выложена сеткой из стальной проволоки толщиной 8 мм, за исключением центральной части диаметром 17 м, покрытой сплошными стальными листами. Когда выходишь на поверхность зеркала, чувствуешь себя на большой сцене огромного амфитеатра, рассчитанного на 800—1000 человек: ведь лишь на периферии зеркала свободно мо-

гут сидеть 330 человек! Только амфитеатр этот выполнен в форме точного парабоида вращения: наибольшие отклонения реального зеркала от математически идеальной фигуры не превышают ± 9 мм. Фокус парабоида отстоит от центра зеркала на 26 м. Здесь находится небольшая cabina, покоящаяся на трех стальных ногах. Внутри одной из них движется лифт, который поднимает наблюдателя до кабины, где располагается облучатель радиотелескопа. Именно здесь начинается прием космических радиоволн.

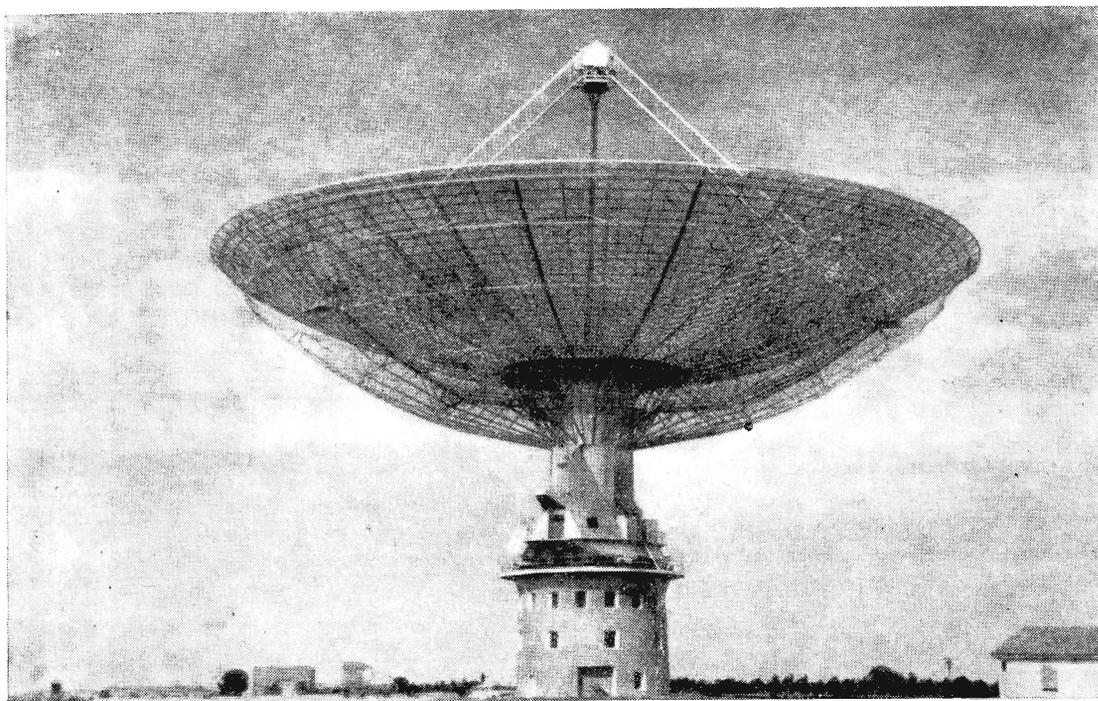
Зеркало может повернуться около вертикальной оси на 450° , без нарушения кабельной связи с приемными устройствами, находящимися в башне. Около горизонтальной оси зеркало поворачивается от зенита до высоты 30° над горизонтом. В строительстве телескопа в Парксе участвовали фирмы многих стран и стоимость его составила 611 000 австралийских фунтов, т. е. свыше 1,2 млн. рублей.

В полумиле от телескопа находится небольшой жилой дом для постоянного штата (очень небольшого, пять — семь человек) и приезжающих из Сиднея инженеров и ученых. Я имел полную возможность оценить комфорт, который здесь создан для тех, кто работает у телескопа. Небольшие индивидуальные комнаты, душ, трехразовое питание за общим столом, уютная гостиная. К телескопу подъезжают на автомашинах, которых имеется несколько. Активность наблюдателей очень высокая. Наблюдают не только в ночное, но и в дневное время. Только ветер создает серьезные помехи, так как парусность зеркала огромна и при порывах ветра деформируется фигура зеркала и колеблется его визирная линия.

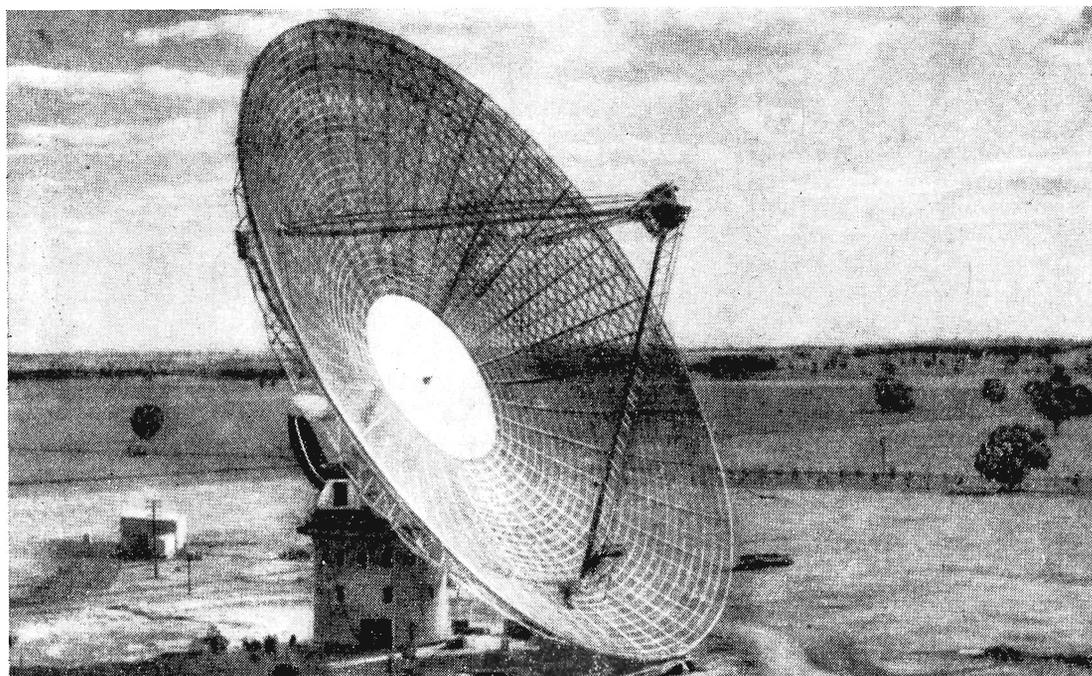
Основная работа радиотелескопа в Парксе производится на

волне 21 см — излучения нейтрального водорода. Возможны наблюдения и на слегка отличной длине волны 20 см для того, чтобы сравнивать излучение межзвездного водорода с непрерывным космическим радиоизлучением. Недавно в Парксе начали наблюдать на еще более короткой волне 6 см. Наблюдения оказались успешными, что характеризует высокую точность фигуры зеркала. На волне 21 см работает 58-канальный радиоприемник с параметрическим усилителем. С таким приемным устройством доктор Мак Ги и другие астрономы ведут исследование распределения нейтрального водорода в нашей Галактике при высоком угловом разрешении около $13'$. Еще большее разрешение ($4'$) получается на длине волны 6 см, что сделало возможными и успешные планетные измерения. Очень удачные измерения излучения от галактического центра сделал Прайс, молодой аспирант обсерватории Маунт Стромло. Он окончательно установил наличие нескольких источников радиоизлучения в этой области, причем источник, лежащий в направлении на галактический центр, по-видимому, дает излучение, в основе которого лежат нетепловые процессы, тогда как другие излучают как обыкновенный нагретый газ.

Самым интересным результатом, полученным с 64-метровым телескопом за минувший год, было обнаружение в области галактического центра больших облаков, содержащих молекулу гидроксила (глава отдела Галактики Радиофизической лаборатории доктор Болтон, его сотрудники доктора Робинзон, Гарднер и Ван-Дамме). Эти облака не совпадают со сгущениями водорода, как будто все имевшиеся здесь водородные атомы оказались связанными с



Большой австралийский радиотелескоп близ Паркса. Диаметр чаши телескопа 64 м. Показаны два ее положения



атомами кислорода. Облака гидроксила обнаружили себя в виде двух сильных линий поглощения, известных ранее по лабораторным измерениям. Их частоты 1665,402 и 1667,357 *Мгц* соответствуют длине волны около 18 см. Теория предсказывала существование еще двух линий поглощения гидроксила при частотах 1612,201 и 1720,515 *Мгц*, и честь проверки этого теоретического вывода досталась радиоастрономам группы Болтона. Они обнаружили предсказанные линии в радиоизлучении центра галактики, в лаборатории Вселенной, а не земной лаборатории!

Стоит отметить, что в Парксе центр Галактики кульминирует почти в зените, тогда как например в Пулкове он кульминирует на самом горизонте. Австралийцы хорошо используют выгоды своего географического расположения!

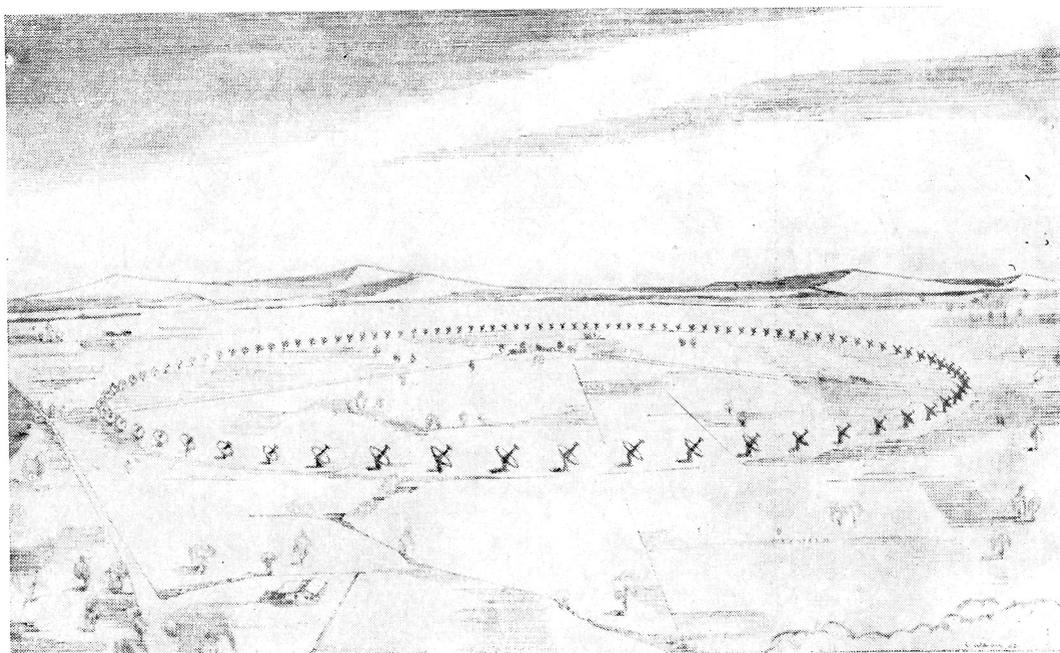
Доктор Робинзон показал мне результаты поисков водорода в других галактиках. Выяснилось, что по содержанию межзвездного водорода галактики очень разнятся; у неправильных галактик межзвездного водорода по отношению к их общей массе явно больше, чем у спиральных. Обнаружены первые признаки существования водорода между галактиками, в частности между нами и галактикой Печь А, где плотность водорода не превышает 10^{-31} г/см³.

Среди большого числа других задач, решаемых с 64-метровым телескопом в Парксе, следует еще отметить систематическое обозрение всего южного неба на предмет отыскания новых радиоисточников, а также задача отождествления их с объектами, видимыми в оптическом диапазоне, т. е. получаемыми на небесных фотографиях. Известно, что некоторые доста-

точно мощные радиоисточники вообще не отождествляются ни с какими видимыми объектами, так что задача эта иногда оказывается весьма нелегкой. Здесь на помощь радиоастрономам нередко приходят астрономы Маунт Стромло с их 74-дюймовым рефлектором.

Как известно, австралийские радиофизики давно прославили себя исследованиями радиоизлучения Солнца. Оно было поставлено весьма широко на различных установках, причем с особой систематичностью солнечные радионаблюдения производились на станции Дапто, километрах в пятидесяти к югу от Сиднея. Там имеется целый набор радиоспектрографов, довольно скромных по размерам, но с чувствительной и хорошо автоматизированной аппаратурой. Эта станция доживает теперь последний год, так как отдел Солнца Радиофизической

Кольцевой интерферометр в Калгуре близ Наробрай (рисунок архитектора)



лаборатории занят сейчас постройкой совершенно новой грандиозной установки — кольцевого интерферометра.

Кольцевой интерферометр представляет собой совокупность девяти шести зеркал диаметром 13 м, расположенных по кругу поперечником в две мили (3,2 км). От Солнца будет приниматься излучение с частотой 80 Мгц (длина волны немного меньше 4 м). В каждый момент наблюдения с интерферометром будет выделяться изображение диаметром 3', и Солнце будет сканироваться шестнадцатью частично накладывающимися друг на друга строками всего за десять секунд. Все зеркала соединяются посредством кабелей с центральным управляющим пунктом, где находится также измерительная и вычислительная аппаратура. Результаты сканирования записываются на магнитную ленту, а затем передаются на экран телевизора, так что радиоизображение Солнца на волне 3,75 м можно будет видеть. Одновременно строится весьма совершенный хромосферный телескоп, которым Солнце будет фотографироваться в видимом свете. Хромосферные вспышки на Солнце, обнаруженные хромосферным телескопом, будут одновременно наблюдаться на радиоинтерферометре.

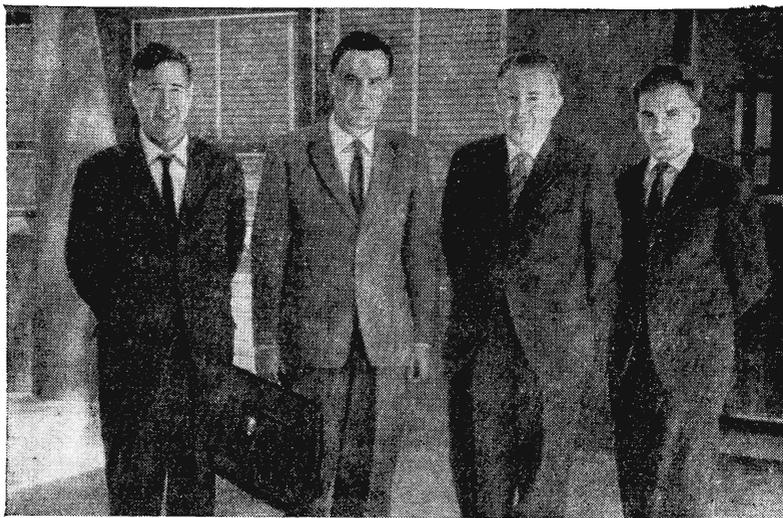
Сейчас работы по установке хромосферного телескопа близки к концу. Что касается интерферометра, то глава отдела Солнца доктор Уайлд надеется завершить постройку его в течение 1965 г. Кольцевой интерферометр устанавливается отдельно от остальных радиосоружений, а именно вблизи города Наробрай на широте около -30° .

Здесь же, но на другой площадке, находится интереснейшая и единственная в своем ро-

де астрономическая установка — интерферометр интенсивностей.

Как известно, прямые измерения угловых диаметров звезд были произведены свыше сорока лет назад с помощью интерферометра. Эти измерения очень трудны, требуют множества предосторожностей и очень

Число фотонов, одновременно падающих на два достаточно широко расставленных зеркала от какой-либо звезды, будет подвергаться колебаниям, зависящим от многих причин, источники которых лежат в атмосферной неустойчивости, в электронных схемах, регистрирующих фотоны, и т. д. Но если



Группа ученых в Сиднее. Слева направо: профессор Полпер (астроном, США), профессор Ханбери Браун (радиофизик, Австралия — Англия), профессор Миллс, доктор Мак Адам (радиоастрономы, Австралия)

устойчивую в оптическом отношении атмосферу. Кроме того, метод этот применим лишь к большим диаметрам, которыми обладают звезды гиганты и сверхгиганты.

Ту же задачу в применении к значительно меньшим угловым диаметрам решает интерферометр интенсивностей, разработанный Брауном и Туиссом*.

* Несколько более подробное описание теории этого метода см. в книге Д. Я. Мартынова «Курс практической астрофизики». М., Физматгиз, 1960, стр. 461.

освободиться от этих причин, то колебания числа фотонов у двух зеркал будут тем лучше согласовываться друг с другом, чем более близок источник фотонов к точечному. Если он имеет заметные угловые размеры, согласование нарушается, и притом тем сильнее, чем больше угловые размеры и чем дальше расставлены зеркала. Теория позволяет рассчитать, как будет меняться корреляция числа фотонов у двух зеркал при данном угловом диаметре источника в функции взаимного расстояния зеркал.

Еще в 1956 г. на установке с двумя прожекторными зеркалами в Англии Браун и Туисс определили угловой диаметр Сириуса ($0'',0063$). Спустя пять лет Х. Браун в Австралии построил несравненно более мощную установку. Ее основу составляют два 6,5-метровых зеркала, составленных из 252 шестиугольных сферических зеркал каждое, так что эти малые зеркала вместе образуют поверхность параболоида вращения. Они образуют в фокусе каждого зеркала крупное световое пятно от звезды, которое целиком уместается на катоде фотоумножителя. От двух фотоумножителей возникают фототоки, они анализируются на совпадения. Чем слабее звезда, тем дольше нужно ее наблюдать, чтобы освободиться от флуктуаций тока, возникающих в земной атмосфере и в приемных устройствах. Длительность наблюдений определяется, даже при таких больших размерах зеркал, сотнями часов (для звезд 1—2-й звездной величины), т. е. нужны многие ночи сплошных наблюдений, а для обработки огромного статистического материала — специальные вычислительные машины. Зеркала стоят на больших платформах, движущихся по круговому рельсовому пути, диаметр которого составляет около 200 м. В центре этого рельсового трека расположен пост управления и регистрации фотоэлектрических сигналов. Зеркала все время перемещаются по рельсовому пути, следуя за перемещением звезды по небосводу, наклон их меняется так, чтобы звезда все время освещала фотокатоды. Мешает таким наблюдениям пасмурная погода и ветер, а также роса, осаждающаяся на зеркалах. С росой справились — у каждого зеркала имеется сза-

ди спираль, слегка подогревающая его. Хуже обстоит дело с ветром. При скорости ветра больше 10 м/сек наблюдения становятся невозможными.

Интерферометр интенсивностей в Наробрай стоил 300 000 фунтов (около 600 000 руб.) и применялся для измерений диаметров всего лишь пяти звезд. Из них результат, относящийся к Веге ($d = 0'',0037 \pm 0'',0002^*$), опубликован. Диаметры звезд: Альтаира, Ахернара, Фомальгута, Беты Креста еще только определяются из наблюдений. Получается пока, что каждый звездный диаметр «стоит» больше 100 000 руб. В дальнейшем «цена» снизится. Х. Браун предполагал, что описанной установкой можно будет измерить около ста звездных диаметров. По-видимому, это — оптимистический расчет.

Содержание интерферометра интенсивностей не так уж дорого, так как почти все операции автоматизированы. Все же один ученый здесь присутствует постоянно. Но жить постоянно здесь невозможно. Доктор Аллен, который показывал нам всю установку, расположенную в ненаселенной местности, с гордостью говорил нам, что он живет тут с семьей, где старшему из троих детей 8 лет, а младшему — 6 дней! Но старшему нужно ходить в школу, а до нее 12 миль! Вечная проблема для астрономов, работающих в обсерваториях!...

Еще одна научная установка крупного масштаба — крест Миллса расположена неподалеку от Канберры, близ реки Молонгла.

Уже больше десятилетия в радиоастрономии крест Миллса, как тип радиотелескопа, живет

* Отсюда получается линейный диаметр 3,2 в солнечных единицах и эффективная температура $9200^\circ \pm 300^\circ \text{K}$.

и действует для наблюдений космического радиоизлучения на метровых волнах. Миллс — радиоастроном, работающий в том же астрономическом «департаменте» Сиднейского университета, построил уже два креста и сейчас в 35 км от Канберры строит третий. По этому пути пошли многие радиоастрономы, в том числе и наши (станция ФИАН близ Серпухова).

Представьте себе обширную равнину, окаймленную кольцом невысоких гор. Когда вы подъезжаете к этой равнине, ваш глаз улавливает среди особенностей географического ландшафта нечто упорядоченное, геометрически правильное. В ландшафт вписывается искусственное образование, дело рук человеческих, а не слепой природы. Это и есть новый крест Миллса.

Он состоит из двух грандиозных полуцилиндров, выполненных из стального каркаса, проволоки и сеток и протянувшихся на одну милю (1,6 км) каждый. Один из них (вдоль линии Север — Юг) неподвижен, а другой (по линии Восток — Запад) может наклоняться к северной или южной части горизонта на 58° . В зависимости от этого наклона, при радионаблюдениях на небе изучается то один, то другой небольшой участок неба, проходящий в момент наблюдения через меридиан. Если в этом участке есть источник радиоизлучения, он будет обнаружен и измерен. Чем длиннее крест, тем выше разрешающая способность, так как меньше анализируемый участок. Нет пока других радиоастрономических установок, которые давали бы возможность так точно локализовать на небе космические радиообъекты, излучающие в метровом диапазоне, как это делается крестом Миллса (за ис-



ОТКРЫТИЕ ПЕРЕМЕННОГО ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Л. М. ГИНДИЛИС,

кандидат физико-математических наук

Недавно радиоастрономы Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга Г. Б. Шоломицкий, М. Г. Ларионов, Н. Ф. Слепцова обнаружили переменность источника радиоизлучения СТА-102. Этот источник, расположенный в созвездии Пегаса, наряду с источником СТА-21, привлек внимание ученых благодаря удивительным особенностям, отличающим их от других источников космического радиоизлучения.

В 1964 г. Н. С. Кардашев, анализируя проблему передачи информации внеземными цивилизациями, обратил внимание на то, что спектры источников СТА-21 и СТА-102 очень напоминают ожидаемый спектр искусственного источника. Н. С. Кардашев высказал смелое предположение, что эти источники могут иметь искусственное происхождение.

Согласно расчетам В. И. Слыша источники радиоизлучения со спектром, подобным спектру

СТА-21 и СТА-102, не могут иметь угловые размеры меньше одной сотой секунды дуги. Разумеется, это ограничение не относится к источникам искусственного происхождения. Напротив, можно полагать, что искусственные источники должны иметь намного меньшие угловые размеры.

Поэтому для проверки своей гипотезы Н. С. Кардашев предложил провести измерение угловых размеров источников с максимальной возможной точностью. Кроме того, он указал на возможные периодические изменения мощности радиоизлучения.

В конце 1964 года угловые размеры источников СТА-21 и СТА-102 были измерены с помощью интерферометра на обсерватории Джодрелл Бэнк (Великобритания). Оказалось, они меньше $0''{,}4$. Точность этих измерений, рекордная для современной радиоастрономии, все еще недостаточна для достижения

теоретического предела $0''{,}01$, который был установлен В. И. Слышем. Поэтому на основе английских измерений нельзя сделать однозначного вывода о природе этих загадочных объектов. Важно, однако, подчеркнуть, что из сотен известных источников радиоизлучения СТА-21 и СТА-102 имеют минимальные угловые размеры и уже поэтому заслуживают пристального внимания исследователей.

Начиная с сентября 1964 года группой радиоастрономов ГАИШ под руководством Г. Б. Шоломицкого проводились систематические измерения радиоизлучения источников СТА-21 и СТА-102. Чтобы исключить возможные систематические ошибки, связанные с абсолютными измерениями, радиоизлучение этих источников сравнивалось с излучением одновременно наблюдаемого источника ЗС-48. Измерения показали, что отношение потоков от источников СТА-21 и ЗС-48 остается постоянным, в то время как отношение потока СТА-102 к потоку ЗС-48 меняется в пределах 30% (см. рис.). Постоянство источника ЗС-48 было проверено специальными измерениями, проведенными в США. Поэтому вариации потока СТА-102 относи-

(Окончание на стр. 69)

ключением кольцевого интерферометра, который имеет более узкое назначение). Крест Миллса в Молонгла будет вести наблюдения на частоте 110 Мгц.

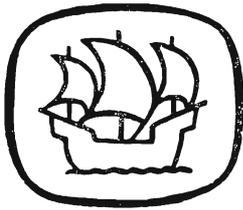
Любопытный штрих, показывающий, как человеку с его интеллектуальным могуществом все же приходится считаться со слепым противодействием явлений природы. Сложные электрические соединения вдоль огромных цилиндров креста Миллса подвергаются беспечным и преднамеренным повреждениям со стороны попугаев какаду, которые стаями летают и садятся на систему проводов креста. Пока против них придумали натянутые рыболовные нейлоно-

вые лески. Крест в Молонгла будет готов в ближайшие месяцы, а приемная аппаратура — к концу 1965 г. Как и в Парксе, для наблюдателей здесь будет создан умеренный бытовой комфорт.

Радиоастрономы Австралии представляют собой такой же пестрый национальный состав, как и астрономы. Правда, коренных австралийцев здесь больше, но зато среди молодежи встречаются и поляки, и японцы, и индийцы, и индонезийцы, и американцы. Последние — с тем большим правом, что США участвует во многих научных предприятиях Австралии. Впрочем, Австралия под-

держивает тесные связи и со своей бывшей метрополией, Англией. Так, в интерферометр интенсивностей вложены средства и далекого Манчестера.

Я покидал Австралию не без сожаления, потому что за месячный срок невозможно увидеть все, что интересует ученого данного направления, тем более невозможно понять и проверить все свои впечатления. Ведь до сих пор Австралию видели очень немногие наши астрономы! Хочется надеяться, что этот небольшой очерк поможет астрономам — путешественникам в Австралию — быстрее освоиться с этой страной и с ее гостеприимными учеными.



ЭКСПЕДИЦИИ

В «ЗВЕЗДНОМ» ДОЗОРЕ

В. В. МАРТЫНЕНКО,
*председатель Симферопольского
отделения ВАГО*

Автобус вынырнул из ущелья и помчался по широкой долине. Мои спутники, увидев мерцающую полосу моря, оживились.

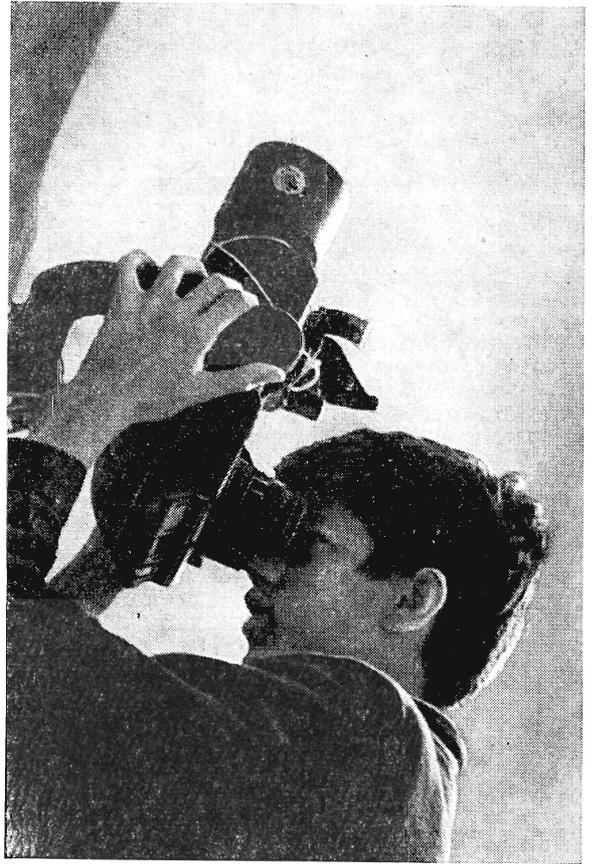
— Смотрите, Генуэзская крепость, — указал кто-то вперед.

— Вы что, в поход? — спросила нас пожилая женщина.

— Нет, мы — научная экспедиция, звезды в Судаке считать будем, — шутит Николай Турчанинов. — Говорят, их над Судакком больше, чем над другими городами.

У остановки автобуса нас уже ждали местные астрономы во главе с Диной Васильевной Петровской, учительницей физики и астрономии.

— Где будем наблюдать? — вместо приветствия спросил Турчанинов. Ему, наверно, не терпелось увидеть звезды, которые он не замечал над Симферополем.



Наблюдатель

— Вместе с нами во дворе школы, — ответили ему.

Пока шли по улицам города, погасли последние теплые краски июньского заката. В зените зафосфорился Млечный Путь, приветливо засверкала красавица Вега. Вдруг по небу поползла одна из звезд, вздрогнув, вспыхнула и канула за гору

Перчем, оставив серебристый след.

— Номер! — кричал кто-то.

Все засмеялись. Обычно возгласом «номер» начинается регистрация метеоров во время их наблюдений по программе так называемого квалифицированного счета. Наблюдатель, уви-

дев метеор, диктует все сведения о нем секретарю, не отрывая взора от наблюдаемой области неба. На научном языке это называется: «сообщить параметры».

Нас всего семь человек, но большая классная комната, выделенная экспедиции, оказалась тесноватой. На парты легли звездные карты, журналы наблюдений, литература. Из рюкзаков были извлечены оптические приборы, фотоаппаратура, приспособления для наблюдений.

Завтра 27-я метеорная экспедиция Симферопольского и Судакского обществ юных любителей астрономии начнет летние исследования метеорных явлений в атмосфере Земли по программе Международного года спокойного Солнца (МГСС).

Мы должны провести изучение численности метеоров, определить активность июньских метеорных потоков, попытаться определить по возможным дрейфам метеорных следов некоторые параметры движения воздушных масс на высотах около 80 км, т. е. в метеорной зоне атмосферы.

Для исключения субъективных ошибок, неизбежных во всяких наблюдениях, когда данные определяются «на глаз», и для сравнения наблюдений мы договариваемся вести работу параллельными группами — метеорными визуальными патрулями.

Итак, завтра мы уходим в небесный дозор...

«Судакчата» располагаются под одним общим кругом — ограничителем, расположенным на трехметровой высоте. Наблюдатели, лежа «звездочкой», следят за определенным участком звездного неба. Симферопольцы привезли с собой индивидуальные круги небольшого диаметра (80 см). Все круги

подвешиваются цепочкой на такой высоте, чтобы поле зрения было шестидесятиградусным. Каждый наблюдатель располагается под своим кругом.

Метеоры, видимые внутри круга, подлежат регистрации.

Такой способ позволяет вести наблюдения метеоров в стандартных условиях, на известной площади неба или в известном объеме атмосферы.

Подсчитав за определенное время количество вспыхнувших в этом объеме метеоров и определив их яркости, направления, скорости, можно не только подсчитать истинное число метеоров, попавших за данный час (сутки) в атмосферу всей Земли, но и оценить распределение по массам, направлениям космические частицы, пришедшие к нам из межпланетного пространства и породившие явление метеоров.

Были у нас и другие задачи, например, изучение влияния различных психофизиологических факторов на так называемые «коэффициенты замечаемости» наблюдателей метеоров. Ведь бывает так: один наблюдатель будет всю ночь смотреть в

небесную даль, а увидит 10—20 метеоров, а другой всю ночь рта не закрывает, непрерывно диктуя секретарю параметры «своих» метеоров.

Вечером 8 июня — последняя планерка. Выработываем и утверждаем режим суток, распределяем наблюдателей по программам, еще раз просматриваем график наблюдений.

Решаем: в 21 час проводить общую подготовку, тренировки, проверку оптической и фотографической аппаратуры. В 22 часа — начало первого интервала, в 23 часа — начало второго и т. д. Перерывы 10—20 минут.

Выходим во двор школы. Пункт наблюдений находится на метеорологической площадке. «Начальство» укладывает наблюдателей под кругами. Раздается голос секретаря:

— Объявляю готовность номер один!

Это значит, что до начала наблюдений осталось пять минут. За это время надо повторить звезды сравнения, ознако-

«Звездочка» — визуальный метеорный патруль. Так ведутся наблюдения по программам квалифицированного счета метеоров в Крыму



миться с направлениями, определить прозрачность атмосферы и т. п.

— Начали!

Около двух десятков пар глаз впиваются в звездную бездну. И уже через минуту со всех сторон слышится:

— Номер!

— Номер!

— Номер!

Секретарь объявляет:

— Диктует Чигилев!

— Звездная величина — три, угловая длина — пять, направление — десять, скорость — три.

— Диктует Гусарова!

— Три с половиной, шесть, десять, три, — и так всю ночь...

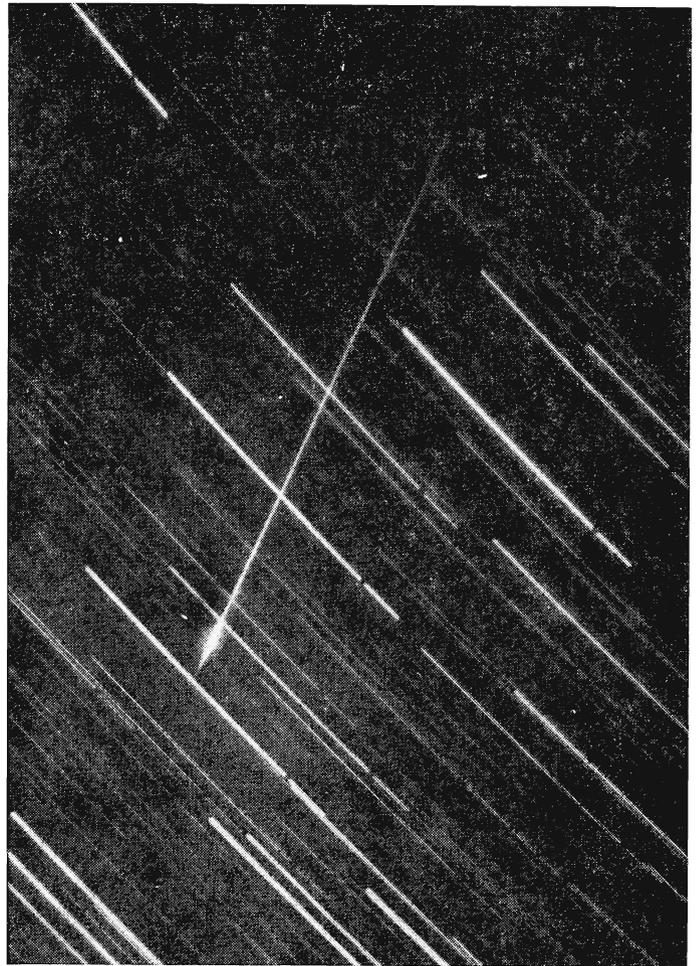
Крымские ночи удивительны. Вид звездного неба не может надоеть. И каждый раз, когда небесные патрули укладываются в свои спальные мешки, слышится неизменное:

— Какое сегодня небо!

«Ночной улов» может быть различным. Охота за метеорами не всегда приносит удачу. Иногда это сотни метеоров за три — пять часов наблюдений, а нередко секретарь перед самым рассветом с грустью ставит в журнал всего лишь двадцатый или пятидесятый номер.

Но бывают у астрономов заветные ночи, когда наблюдается настоящий «звездопад», как будто Млечный Путь осыпается. Тогда весело всем, кроме секретаря. Попробуй, запиши за час двести — триста метеоров! И самое обидное: все их видят, вокруг стоит восторженный деловой шум, а ты и глаз от журнала оторвать не можешь.

В одну из обычных ночей у судакских наблюдателей поднялся шум. Виктор Корабельский, обладающий крепким голосом, все время «проходит» вне очереди. И другим счетчикам никак не удавалось «пробиться» к секретарю.



Метеор потока Персеид, сфотографированный 12 августа 1964 г. учеником VIII класса 23 школы г. Симферополя Колей Турчаниновым

— Виктор, диктуй только звездную величину, — требует Зоя, секретарь этой группы. — Я совершенно не успеваю записывать. И Виктор диктует только звездную величину метеоров: — Пять... пять и пять... пять... пять... пять и пять... четыре и пять... пять и пять...

Однако никто не подтверждал его метеоры.

Нас удивила такая способность замечать слабые метеоры. Как узнать, видит ли Виктор их действительно или ему «кажет-

ся». Ведь мы-то их почти не замечаем! В перерыве просим его:

— Подсчитай все звезды в ромбе, образованном звездами Головы Дракона и звездой Иота Геркулеса.

Прошла минута. Виктор насчитал их около двадцати. Не верим. Ведь нормальный глаз здесь видит восемь-девять звезд. Просим Виктора зарисовать Голову Дракона. Но как проверить рисунок, ведь нам не доступны эти звезды! Выручает бинокль. Виктор прав. Он ока-

зался наблюдателем, обладающим феноменальным зрением.

— Эх, собрать бы таких, как Виктор, да подсчитать метеоры где-нибудь на вершине Чатыр-Дага! — вздыхает Люда Лиференко. — Получилась бы замечательная функция светимости метеоров.

Июньская экспедиция заканчивает свою работу. Об этом нам напоминает Луна. Она, как правило, всегда неожиданно и робко появляется на западе в лучах вечерней зари. А когда светит Луна, прощай метеоры. Вряд ли их увидишь больше десятка, да и то самых ярких. А для статистического научного анализа нужны сотни, а еще лучше — тысячи метеоров.

В июне параллельно с нашей в селе Перевальном работала 28-я Крымская экспедиция, в состав которой входило более 20 человек. Обе экспедиции зарегистрировали свыше 3000 метеоров.

Июль. На мысе Херсонес, вблизи Севастополя, работает 29-я метеорная экспедиция.

Состав экспедиции: 7 человек из Судака, 8 — из Симферополя. Это мало. Не всю программу можно выполнить. Считаем двумя группами. Несколько человек изучает радианты. Двое дежурят у бинокляров с укрепленными на них камерами «Ленинград». Это на случай появления метеорных следов. Нехватка наблюдателей сказывается на некоторых пунктах программы. Остались, например, без внимания телескопические метеоры.

Однажды, когда мы перед наблюдениями собрались у костра, горевшего на дне воронки, у лагеря остановился рейсовый автобус и из него вышло несколько человек.

— Привет «метеорщикам!» Ищем вас по всему Крыму, а вы вот куда забрались!

— Так это же ленинградцы, студенты университета, — воскликнула Тania Брызгалова, ученый секретарь экспедиции. — Ребята, знакомьтесь. Я же говорила: «Кто раз увидит наше небо, будет постоянным нашим гостем», — и добавила, — у нас как раз не хватает шестерых. Сегодня отдыхайте, а завтра за работу!

— А мы и * сегодня не прочь, — ответила Лена Прудникова.

Июльская экспедиция работала одиннадцать дней, результаты ее превзошли все наши ожидания — пять с половиной тысяч метеоров, в основном по программе счета. Большое число метеоров принадлежит нашему «собственному» метеорному потоку — альфа-Лиридам, который мы стараемся исследовать почти ежегодно.

Ленинградцы отправились бродить по Крыму, а мы — домой. Договорились, что в августе Персеиды будем наблюдать также совместно.

Квалифицированный счет ме-

теоров в СССР ведется давно, но массовое применение этого метода, явившегося развитием метода двойного счета Эпика, началось в Симферополе с первых дней Международного геофизического года. В 1957—1959 гг. симферопольские астрономы-любители с помощью любителей, студентов и научных работников из Москвы, Рязани, Свердловска, зарегистрировали около 18000 метеоров. Это — богатый материал для изучения свойств метеорной материи в солнечной системе.

В период МГСС комиссия по кометам и метеорам астросовета АН СССР, Центральный совет Всесоюзного астрономо-геодезического общества и другие научные учреждения поставили перед нами в основном те же задачи: продолжить ряды наблюдений, полученных в МГГ. Это нужно для сравнения свойств метеорного вещества в разные периоды солнечной активности.

Счет метеоров — очень тонкое дело. Кажущаяся простота и доступность — иллюзия. В



Пока наблюдатели спят, дежурные приводят в порядок лагерь

итоге — количество замеченных метеоров резко зависит от множества самых различных причин. Здесь и влияние прозрачности атмосферы, выбор места наблюдений, условия работы, степень подготовленности наблюдателей. Зарегистрированная численность метеоров в значительной степени зависит от личных особенностей наблюдателей: настроения, степени усталости, темперамента, внимания, качества зрения, терпеливости и многого другого.

Трудно работать в метеорных экспедициях. Ведь не всякую ночь выдержит 12—15 дней, вернее ночей, непрерывных четырех-пятисачасовых наблюдений. Сон на наблюдениях — ЧП в экспедиции. Засыпают в основном те, кто нарушает режим работы экспедиции. По существующим правилам, если наблюдатель выбывает из группы на одну ночь, то его наблюдения при обработке не могут быть включены ни за предыдущие, ни за последующие ночи. Состав группы должен быть строго постоянен.

Бывает и так. Наблюдатель отмечает большое количество слабых метеоров, но не всегда замечает яркие. Теоретикам что: наблюдатель не видит ярких метеоров — значит спал? А он не спал. Мы-то это знаем. Оказывается, у таких наблюдателей взгляд, как у локатора, ощупывает небо узким пучком и выхватывает самые слабые метеоры. Понятно, что ярких он может и не заметить.

А вот Коля Турчанинов, так тот мучается. Взгляд у него «широкий», видит все под большим углом, а метеоры замечает только яркие и средние, а их всегда мало. И лежит всю ночь, завидует другим.

Просит:

— Увольте, дайте другую работу... Скучно...

А ему в ответ:

— Всем скучно... Наука требует жертв...

И действительно нельзя «выбросить» наблюдателя из группы.

Всю весну и лето готовились к наблюдениям следов. Интересная работа. Полыхнет яркий метеор, как будто бы разрежет небо на две части своим огненным лезвием, а на месте разреза замерцает слабый ионизованный след. Все вскакивают, бегут к биноклярным установкам, телескопам, хватаются за бинокли и фотоаппараты. Но часто не успевают. Наводят инструменты точно туда, где был метеор, а следа нет.

— Все, испарился, — отмечает обычно кто-нибудь.

Его поправляют:

— Рекомбинировался.

Утешаем наблюдателей:

— Подождите. У вас все впереди. В августе следов — успевай только голову поворачивать. Будет настоящая охота!

Охота началась в первых числах августа. Шла 30-я Крымская метеорная экспедиция. Далеко не ездили, остались в Перевальном, где оборудован традиционный пункт наблюдения Симферопольской метеорной станции имени Г. О. Затейщикова.

Сначала «пристреливались» по звездам, спутникам, шарам-зондам, самолетам. Потом стали появляться устойчивые следы, но они почему-то быстро рекомбинировали и дрейф их отмечать не успевали. Вся надежда была на 10—13 августа — период максимума Персеид. Но 10 августа небо затянуло тяжелыми темными тучами и на лагерь хлынули холодные потоки горного дождя. Ну и лето в этом году! Лагерь поплыл. Несколько человек отправились домой с гриппом и ангиной, ряды наши таяли, под угрозой

была работа всей экспедиции. Резкий холодный ветер с гор уносил с собой остатки нашего оптимизма.

Персеиды бывают один раз в году. Готовились весь год, и вдруг такое. Не увидеть самого главного — максимума Персеид — не всякий выдержит это.

К счастью, вечером 11 августа тучи стали подниматься и очищать западную часть неба.

Кто-то даже сказал серьезно: — Жарко!

Ночь пришла быстро. И началось! Метеоры шли один за другим. В минуту их одновременно появлялось сразу несколько (метеорчики в этом случае говорят: «Летят пачками»). Счетчики охрипли, секретари часто «выходили из строя», сменяя друг друга. Следники металась от прибора к прибору. Непрерывно щелкали затворы фотокамер. Наблюдатели радиантов завидовали счетчикам: они видели только часть метеоров — много времени уходило на записи в журналах и на зарисовку пути метеора на звездной карте. Наблюдатели телескопических метеоров завидовали всем — они почти ничего не видели, так как поле зрения биноклей и бинокляров всего 7°. На такой площадке много метеоров не появится.

В журнале Люды Лиференко, секретаря основной группы, появляются цифры: 100, 200, 300, 500, 800, 1000! Еще и еще летят метеоры.

Наконец Люда ставит 1320 — номер последнего метеора и говорит:

— Хватит. Наблюдать больше нельзя. 4 часа 10 минут. Небо уже посветлело.

Наблюдаем еще три дня. В наших журналах за август записаны параметры 7 тысяч метеоров (25 тысяч за лето). Еще бы две-три ночи, до конца Персеид, но опять Луна. Она

появляется так же «незаметно», как в июне и июле. Это последняя летняя Луна. С ее появлением участники экспедиции почувствовали дыхание сентября. Кому — за школьные парты, кому — в лаборатории институтов и университетов.

Старенький газик поднимается в гору. Сейчас мы набьем его битком ящиками, рюкзаками, другими разными экспедиционными вещами, посадим в него постоянного спутника — сторожевого пса Алькора. Газик уедет. А мы станем в один ряд,

без слов спустим флаг 30-й Крымской метеорной экспедиции, с грустью окинем взором опустевшую площадку лагеря и, кто бегом, кто спокойным, неторопливым шагом, направимся к остановке троллейбуса.



ОТКРЫТИЕ ПЕРЕМЕННОГО ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

(Начало на стр. 63)

тельно потока источника ЗС-48 однозначно указывают на переменность источника СТА-102.

Открытие переменности источника СТА-102 является событием выдающегося значения. В астрономии давно известен и хорошо изучен обширный класс оптически переменных объектов. Однако до сих пор не было известно ни одного переменного источника радиоизлучения, расположенного за пределами Солнечной системы. Какова бы ни была природа этих изменений, ясно, что здесь мы встречаемся с объектом совершенно нового типа.

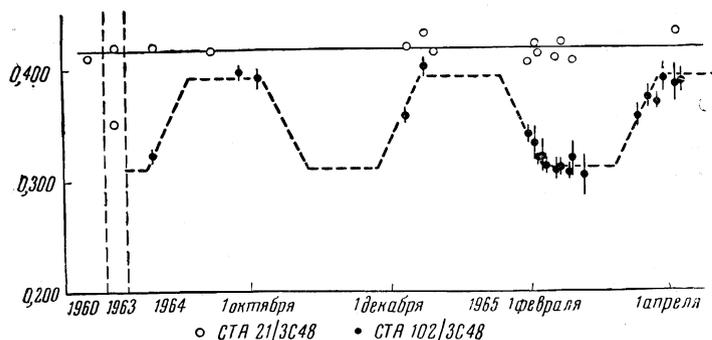
Изменения интенсивности излучения СТА-102, по-видимому, имеют периодический характер (период около 100 суток). Если это подтвердится, то можно будет сделать далеко идущие выводы. Известно, что никакое взаимодействие в природе не может распространяться со скоростью, большей скорости света. Поэтому линейные размеры источника с периодическим изменением яркости не превышают величину $l = cT$ (c — скорость света, T — период изменения блеска). Для СТА-102 имеем $T \approx 100$ суток, $l < 0,3 \times 10^{18}$ см = 0,1 пс. Откуда при угловых размерах источника $\phi > 0,01$ расстояние до него $(R - l/\phi)$ не более 2 Мпс. Принципиально возможны два случая: либо источник расположен в нашей Галактике, либо совпадает с одной из близких галактик Мест-

ной группы. Последнее предположение противоречит отождествлению с оптическими объектами, согласно которому вблизи радиоисточника СТА-102 нет никакого оптического объекта ярче 17-й звездной величины. Остается принять, что источник СТА-102 расположен в пределах нашей Галактики.

там же расположен и источник СТА-102. В то же время он имеет довольно высокую галактическую широту ($\beta = -38^\circ$). Это может быть только в том случае, если источник находится недалеко от Солнечной системы, на расстоянии не более 300—400 пс.

С другой стороны, согласно Сэндейджу, звездообразный объект, отождествляемый с источником СТА-102, по своим цветовым характеристикам ничем не отличается от сверхзвезд, которые расположены далеко за пределами нашей Галактики, на расстоянии порядка 1000 Мпс.

Будущее покажет, как удастся преодолеть это противоречие. В настоящее время мы не можем полностью исключить и волну-

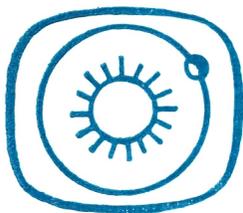


Изменение потока радиоизлучения от источника СТА-102

По горизонтальной оси указаны даты наблюдений, по вертикальной — отношения потоков радиоизлучения СТА-21 и СТА-102 к потоку от источника ЗС — 48. Кружочки относятся к источнику СТА-21, черные точки — к источнику СТА-102. Как можно видеть, поток радиоизлучения от источника СТА-21 практически остается постоянным, в то время как радиоизлучение СТА-102 периодически меняется

подавляющее большинство галактических источников радиоизлучения расположено вблизи галактической плоскости, в диске Галактики. По всей вероятности,

эту гипотезу об искусственном происхождении СТА-102. Здесь решающую роль будут играть новые наблюдения этого удивительного объекта.



МЫСЛИ ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

НАЗРЕВШИЕ ВОПРОСЫ ОБЩЕГО АСТРОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Публикуемая ниже статья содержит общий обзор состояния преподавания астрономии в средней и высшей школе нашей страны, анализ и разбор недостатков. Некоторые вопросы, попутно затронутые М. М. Дагаевым, более подробно рассмотрены в статьях Р. В. Куницкого, Е. П. Левитана, Г. И. Саловой, напечатанных в первом и втором номерах нашего журнала.

М. М. ДАГАЕВ,
доцент
первый научный секретарь ВАГО

Одной из первостепенных задач, выдвинутых программой Коммунистической партии Советского Союза, является «формирование научного мировоззрения у всех тружеников советского общества на основе марксизма-ленинизма, как цельной и стройной системы философских, экономических и социально-политических взглядов»*.

Формирование научного материалистического мировоззрения немислимо без повседневной и настойчивой борьбы против пережитков капитализма в сознании людей, в том числе против суеверий и религиозных предрассудков.

В. И. Ленин постоянно указывал на непримиримость марксизма и религии, на необходимость активной, повседневной идеологической борьбы против религии, и требовал живой, конкретной наступательной антирелигиозной пропаганды, основанной на достижениях материалистической науки. В. И. Ленин писал: «...надо уметь бороться с религией, а для

этого надо материалистически объяснить источник веры и религии у масс. Борьбу с религией нельзя ограничивать абстрактно-идеологической проповедью, нельзя сводить к такой проповеди»**.

Это ленинское положение развито в Программе КПСС, указывающей, что при проведении научно-атеистической пропаганды «следует опираться на достижения современной науки, которая все полнее раскрывает картину мира, увеличивает власть человека над природой и не оставляет места для фантастических вымыслов религии о сверхъестественных силах»***.

Большое значение для пропаганды научного атеизма имеет астрономия, так как именно она дает обильный материал, способствующий формированию научных философских взглядов на строение и развитие Вселенной, лежащих в основе марксистско-ленинского естествознания.

** В. И. Ленин. Об отношении рабочей партии к религии. Соч., изд. 4, т. 15, стр. 374.

*** Программа КПСС. Госполитиздат, 1961, стр. 122.

* Программа КПСС. Госполитиздат, 1961, стр. 118.

Не случайно основоположники марксизма-ленинизма в своих философских работах часто обращаются к астрономии.

Научно-атеистическая пропаганда необходима среди людей различного возраста, но особенно — среди молодежи, и прежде всего в средней школе, где происходит начальный процесс формирования научного мировоззрения.

Для научно-атеистического воспитания молодежи особое значение имеет преподавание астрономии в средней школе. Какими бы убедительными ни были достижения других естественных наук, все они исследуют земную природу. Значение же и сила результатов астрономических исследований в системе научно-атеистического воспитания состоит в том, что астрономия изучает ту область природы, в которую под давлением достижений «земных» наук оказалось вытесненным все, связанное с религиозно-мистическими представлениями верующих.

Современная эпоха стала началом космической эры, открытой Советским Союзом. В значительной степени в связи с этим сейчас происходит быстрый процесс перерастания элементарной астрономии из специального в общеобразовательный учебный предмет.

Большой интерес школьников к астрономическим знаниям наглядно выявился при проведении первой Всесоюзной телевизионной астрономической олимпиады. Однако эта же олимпиада показала, что большинство учащихся не разбирается в ряде элементарных астрономических вопросов, не умеет объяснить простейшие астрономические явления. В письмах школьники сообщали о своем искреннем желании изучать астрономию, упрекали школу в плохом преподавании ее и просили помощи в изучении элементов этой науки.

На общеобразовательное значение астрономии и на низкий уровень общего астрономического образования в нашей стране научная общественность указывала на протяжении ряда лет. Однако и сейчас Министерство просвещения РСФСР и Министерство высшего и среднего специального образования СССР не принимают мер к улучшению астрономического образования, что постепенно ведет к ликвидации преподавания астрономии в средней школе.

Эта тенденция имеет две основные причины: первая — недооценка работниками обоих министерств значения астрономии для формирования материалистического мировоззрения; вторая — трудности преподавания ее, вследствие острого недостатка учителей с хорошей астрономической подготовкой. Для учителей, плохо знающих эту науку, проведение уроков по астрономии становится тяжелым бременем, а это во многих случаях ведет к замене ее другими предметами.

Второй съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества, состоявшийся в январе 1955 г., так и констатировал: «Важнейшей причиной неудовлетворительного состояния преподавания астрономии в школе и отказа многих учителей от преподавания астрономии является слабая подготовка их самих для этого»*.

В. И. Ленин совершенно четко указывал, что направление каждой школы определяется «Всецело и исключительно **составом лекторов...** Никакой контроль, никакие программы и т. д. абсолютно не в состоянии изменить того направления занятий, которое определяется составом лекторов**.

Эта мысль В. И. Ленина должна быть положена в основу усиления и расширения астрономической подготовки учителей.

Кадры учителей для средних школ в основном готовятся педагогическими институтами, в которых до 1956 г. был четырехлетний срок обучения, с 1957 по 1962 гг. пятилетний и с 1963 г. снова четырехлетний. За 15 лет (с 1949 по 1964 г.) число часов на изучение астрономии резко сокращено, что видно из табл. 1, причем наиболее резкое сокращение, как это ни парадоксально, началось одновременно с началом успешного освоения Советским Союзом космического пространства.

До 1954 г. студенты физической и математической специальностей педагогических институтов могли получить удовлетворительную астрономическую подготовку и по окончании института охотно брали на себя преподавание астрономии.

* Резолюция II съезда Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Москва, 1955, стр. 15.

** В. И. Ленин. Письмо ученикам Каприйской партийной школы. Соч., изд. 4, т. 15, стр. 435—436.

Таблица 1

Специальность	Число часов, отводимых на преподавание астрономии		
	четырёх- летнее обучение 1949 г.	пятилет- нее обучение 1962 г.	четырёх- летнее обучение 1963 г.
Физики (дневное от- деление)	150	120	110
Математики (дневное отделение)	146	72	80
Математики (вечер- нее отделение)	90	44	40
Географы (дневное отделение)	108	38	0
Географы (вечернее отделение)	72	0	0

Астрономическая подготовка студентов-географов была несколько ниже (за счет исключения разделов, требующих математических знаний), но все же 30—40% выпускников тоже достаточно успешно преподавало астрономию.

В 1953 г. возникла идея о том, что преподавать астрономию в школах должны только учителя физики. В связи с этим преподавание астрономии на математической специальности в педагогических институтах было резко сокращено, а на географической с течением времени совсем ликвидировано. Начиная с 1962 г. сократилось число часов на преподавание астрономии и на физической специальности.

В результате создалось следующее положение. В связи с быстрым развитием различных разделов физики и расширением сети специальных средних и высших учебных заведений, часть учителей физики перешла на работу в техникумы, вузы и научно-исследовательские институты, и в средних школах стал ощущаться недостаток учителей физики. Преподавание астрономии во многих школах было поручено учителям математики и географии, не имеющим необходимой астрономической подготовки. В результате качество преподавания астрономии резко снизилось, а в ряде школ преподавание этого предмета совсем прекратилось.

III съезд ВАГО в 1960 г. отметил, что «Большинство школ не имеет квалифици-

рованных учителей астрономии. Этот недостаток мог бы быть быстро ликвидирован, если бы университеты и педагогические институты давали достаточную астрономическую подготовку выпускаемым ими специалистам в области физики, математики и географии»*. К сожалению, рекомендации, разработанные съездом, не нашли поддержки в Министерстве просвещения РСФСР и Министерстве высшего и среднего специального образования СССР. Наоборот, в связи с переходом педагогических институтов на четырехлетний срок обучения, астрономия не только не получила прав 1949 г., но, как это видно из таблицы 1, подверглась дальнейшему ущемлению.

В еще более плачевном состоянии находится астрономия в университетах: ни на физической, ни на математической, ни на географической специальностях она не преподается, а факультативные курсы общей астрономии читаются в объеме 36 часов, т. е. в объеме средней школы. На физико-математических отделениях педагогических факультетов университетов на астрономию отводится от 40 до 50 часов. С осени 1964 г. такое же количество часов фактически отводится на физико-математических факультетах многих педагогических институтов. О каком же улучшении преподавания астрономии в средней школе может идти речь?

Справедливость требует отметить, что в 1962 г. Министерством высшего и среднего специального образования СССР были разработаны и утверждены для ряда педагогических институтов новые учебные планы специальностей «физика-астрономия» и «математика-астрономия». В них на изучение астрономии отводилось 450 часов, из которых на курс общей астрономии — 200, на специальные астрономические курсы — 250.

Поскольку эти новые специальности были введены всего в пяти педагогических институтах, они, естественно, не смогли бы сразу решить проблемы подготовки квалифицированных учителей астрономии для всех средних школ страны. Но подготовка специалистов по новым учебным планам все-таки помогла

* Резолюция III съезда Всесоюзного астрономо-геодезического общества, Москва, 1960, стр. 12.

бы решить ту же проблему с других позиций. Дело в том, что в подавляющем большинстве педагогических институтов Российской Федерации астрономии преподают лица, не имеющие соответствующей астрономической подготовки. В виде примера (табл. 2) приведем сведения о преподавателях астрономии, работающих в 87 педагогических институтах РСФСР.

Таблица 2

Образование	Всего преподавателей	В том числе:		
		доктора, профессора	доценты и кандидаты	без степени и звания
Астрономическое . . .	27	3	11	13
Физико-математическое	57	1	13	43
Геодезическое	6	—	2	4
Географическое	4	—	—	4
Морское	3	—	—	3
Итого	97	4	26	67

Таким образом, 69% преподавателей астрономии не имеют ученых степеней и званий, а 73% — необходимой астрономической подготовки.

В связи с постепенным уходом с работы престарелых преподавателей положение с астрономическими кадрами в педагогических институтах все более ухудшается и через пять-шесть лет может оказаться просто катастрофическим, если сейчас не принять соответствующих мер. Педагогическим институтам не приходится рассчитывать на помощь со стороны университетов: практика показывает, что около 90% специалистов, оканчивающих немногочисленные астрономические отделения университетов, направляются на работу в астрономические учреждения и лишь около 10% избирает себе педагогическую профессию, да и то, как правило, в области физики или математики. Следовательно, педагогические институты обязаны сами позаботиться о подготовке для себя кадров преподавателей астрономии. Именно эту задачу подготовки астрономических кадров для педагогических институтов всей нашей страны можно было бы решить введением новых специальностей «физика-астрономия» и

«математика-астрономия». Окончившие по этим специальностям выпускники смогли бы в равной степени преподавать астрономию не только в школах, но и в педагогических институтах.

Что же из всего этого получилось?

Несмотря на то что Министерство высшего и среднего специального образования СССР сохранило оба учебных плана в действии, Министерство просвещения РСФСР по собственной инициативе осенью 1964 г. ликвидировало обе новые специальности.

Говоря о необходимости повышения уровня астрономического образования, следует учитывать еще одно немаловажное обстоятельство. В настоящее время как благодаря новым (радиоастрономическим) методам исследования, так и в связи с развитием космических полетов физика выходит в космос и для решения своих проблем ей все чаще приходится обращаться к астрономическим объектам. Достаточно отметить, что многие физические институты занимаются радиоастрономическими проблемами, а в специальной советской и зарубежной литературе непрерывно публикуются астрономические работы известных физиков. Уже одно это говорит о том, что в современных условиях специалисты-физики обязаны знать астрономию. Между тем, как это было сказано выше, на физических факультетах университетов астрономия не преподается.

Многие выпускники математических факультетов университетов направляются на работу в вычислительные институты, занимающиеся космическими проблемами, и, чтобы иметь представление о задачах, решаемых ими на вычислительных машинах, математики также обязаны быть знакомыми с астрономией, хотя бы в пределах ее общего курса.

И уже совсем парадоксально звучит, когда специалист-географ, окончивший университет или педагогический институт, не имеет ни малейшего представления ни о методах определения географических координат, ни о методах определения наклона земной оси, ее прецессионном движении, ни о доказательствах вращения и обращения Земли, ни даже о причинах смены времен года, не говоря уже о многих других астрономических

явлениях, тесно связанных с Землей. А ведь за последние годы, после фактической ликвидации преподавания астрономии на географических факультетах, именно такие специалисты-географы и выходят из стен университетов и педагогических институтов.

Не в меньшей степени нужна астрономия и для специалистов в области философии. Сможет ли студент-философ ясно представить себе содержание изучаемой им науки, если он не имеет представления об основных астрономических явлениях? Не потому ли у нас в стране, несмотря на многочисленные кадры философов, лишь единицы занимаются философией естествознания?

Становится вполне понятной та озабоченность о судьбах астрономического образования в СССР, которая была проявлена III съездом ВАГО (1960 г.) и последовавшими за ним IX и X пленумами его Центрального совета.

Астрономическая общественность считает, что к преподаванию астрономии в средней школе должны быть подготовлены учителя физики, математики и географии, что позволит школам в зависимости от конкретных условий использовать для этой цели специалистов не одной, а трех наук. Поэтому в учебных планах педагогических институтов по подготовке учителей физики, математики и географии на изучение астрономии должно быть отведено: у физиков и математиков 150—160 часов на дневном и 100—110 часов на вечернем отделении, а у географов — 90 и 70 часов соответственно.

Кроме того, в педагогических институтах, располагающих квалифицированными астрономическими кадрами, необходимо восстановить специальности «физика-астрономия» и «математика-астрономия», хотя бы и при четырехлетнем сроке обучения, отведя на изучение астрономических дисциплин не менее 300 часов (половина — на курс общей астрономии и половина — на специальные астрономические курсы). Окончившие институт по этим специальностям смогут преподавать астрономию в педагогических институтах. Этим же специалистам может быть поручено руководство станциями наблюдений искусственных

спутников Земли. Такие станции уже созданы при многих педагогических институтах и их число будет непрерывно увеличиваться.

Для подготовки астрономических педагогических кадров высшей квалификации уже сейчас необходимо разрешить четырем-пяти педагогическим институтам подготавливать аспирантов по астрономии и по методике ее преподавания. При этом необходимо учесть, что для преподавания курса общей астрономии в педагогических институтах предпочтительнее иметь специалистов широкого профиля, знакомых с различными разделами астрономии. В частности, некоторые выпускники педагогических институтов со специальностями «физика-астрономия» и «математика-астрономия» могли бы продолжать свое образование в аспирантуре.

Вполне целесообразно было бы готовить астрономические кадры для педагогических институтов и через аспирантуру тех университетов, в которых имеется астрономическая специальность.

По вопросу преподавания астрономии на неастрономических факультетах и отделениях университетов III съезд ВАГО вынес следующие рекомендации: на специальностях физики, математики и механики — в объеме не менее 120 часов; географии — не менее 90 часов; геологии и философии — не менее 60 часов.

Кроме того, было рекомендовано усилить астрономический материал в курсе основ научного атеизма, в котором он пока еще представлен совершенно недостаточно.

Педагогические кадры с хорошей астрономической подготовкой могут быть использованы не только в качестве преподавателей, но и как пропагандисты научного атеизма среди населения, лекторы планетариев и руководители народных обсерваторий, число которых с каждым годом непрерывно возрастает. У советского общества единая цель, и ведомственных барьеров в подготовке кадров быть не должно.

Наконец, необходимо констатировать, что подготовка научно-педагогических кадров немислима без развития науки и методики ее преподавания, а также без обмена информацией в этой области. Физики и математики имеют в своем рас-

порядке множество научных и научно-методических журналов, в том числе и «Известия высшей школы». Несмотря на это, совсем недавно основано еще два математических журнала. В распоряжении же астрономов имеется лишь «Астрономический журнал» (шесть номеров в год) и «Астрофизический журнал» (четыре номера в год), выпускаемый вместо Сообщений Бюраканской обсерватории. Оба эти журнала имеют сугубо специальный характер, печатают только научные работы, в основном специальных астрономических учреждений. Научно-методические же статьи даже не принимаются ими к рассмотрению.

В результате преподаватели астрономии многих университетов и педагогических институтов не имеют возможности публиковать свои труды, что резко отрицательно сказывается на развитии научной и научно-методической работы по астрономии в этих высших учебных заве-

дениях. Поэтому давно уже назрела крайняя необходимость в создании журнала «Известия высшей школы. Астрономия», в котором публиковались бы работы преподавателей астрономии университетов и педагогических институтов всей страны. В этом случае полностью отпала бы необходимость в издании ведомственных ученых записок, что не только намного облегчило бы труд ученых по ознакомлению с работами, разбросанными сейчас в многочисленных изданиях, но и принесло бы значительную экономию в средствах, затрачиваемых на их издание.

Нам представляется, что Министерство просвещения РСФСР и Министерство высшего и среднего специального образования СССР должны прислушаться к голосу астрономической общественности, принять ее рекомендации и тем самым, резко улучшить общее астрономическое образование в нашей стране.

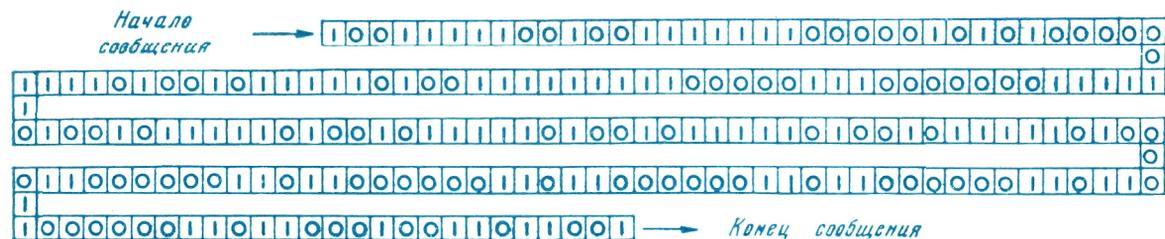


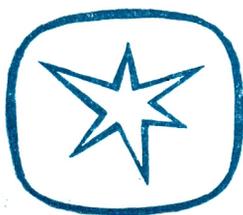
ЯЗЫК МЕЖЗВЕЗДНОЙ СВЯЗИ

Представьте себе, что мы обнаружили сигналы, посылаемые разумными существами с каких-то далеких миров. Как понять смысл этих сигналов, на каком языке ведется сообщения в кос-

мосе? Голландский математик Ганс Фройдентал разработал специальный язык для космической связи, так называемый линкос, основанный на методах математической логики.

(Окончание на стр. 79)





ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

ЭНЕРГИЮ ГРАВИТАЦИИ — НА СЛУЖБУ ЧЕЛОВЕКУ!

В. В. РАДЗИЕВСКИЙ,
профессор

Слово «gravis» в переводе с латыни на русский означает «тяжелый». Энергия гравитации — это энергия поля тяготения, того самого тяготения, которое удерживает нашу планету около Солнца, не дает разлететься в мировое пространство земной атмосфере и заставляет падать вниз созревшее на дереве яблоко. Говорят, что именно падение яблока навело сидевшего в своем саду великого английского ученого И. Ньютона на мысль о существовании притяжения между любыми телами Вселенной. Однако вряд ли можно поручиться за достоверность этого рассказа, особенно если принять во внимание немалую популярность яблока как героя всевозможных легенд, начиная от Адама и Евы. Но так или иначе, а честь открытия закона всемирного тяготения, а тем более математического вывода формулы, описывающей величину гравитационных сил, действительно принадлежит И. Ньютону.

С мощным проявлением поля

тяготения людям пришлось столкнуться уже с первых шагов своей сознательной жизни. Правда, современная общая теория относительности, построенная А. Эйнштейном, дает прекрасное математическое описание поля тяготения, однако вопрос о физической природе гравитационных сил все еще остается практически белым пятном в науке. Нет ничего удивительного в том, что проблема гравитации привлекает к себе рекордное число «искателей лавров», не слишком искушенных в премудростях современной физики. В различные научные учреждения и редакции поступают сотни гипотез и проектов, публиковать которые не представляется возможным ввиду их необоснованности и несовместимости со многими другими твердо установленными фактами и законами физики.

Пока человечество еще не может похвалиться большими успехами в активном использовании и преобразовании в нужные ему формы энергии тяготения. В каче-

стве примера такого преобразования иногда приводят работу гидроэлектростанций, резервуары которых наполняются водой во время морских приливов, вызываемых, как известно, притяжением Луны. Однако если разобраться, то окажется, что в этом случае мы используем кинетическую энергию осевого вращения Земли. В самом деле, действие упомянутых электростанций основано по существу на использовании сил приливного трения, увеличение которого ускоряет процесс торможения Земли Луною. При этом гравитационный потенциал Луны не только не уменьшается, а, наоборот, растет. Под энергией же тяготения естественно подразумевать скрытую, т. е. потенциальную форму этой энергии. Другое дело, что использовать ее мы сможем, по-видимому, только путем предварительного преобразования в кинетическую форму.

Позвольте, может спросить читатель, а разве турбины наших обычных электростанций вращаются не за счет потенциальной энергии воды, падающей вниз под влиянием земного тяготения? Да, это, конечно, так, но давайте условимся, говоря об использовании энергии тяготения, иметь в виду безвозвратное изъятие ее в пользу человека у какой-либо системы взаимодействующих тел. А ведь в обычных гидроэлектростанциях в конечном счете нами используется энергия солнечных лучей. Действительно, именно солнечное тепло испаряет воду с поверхности океана и поднимает ее вместе

с нагретым легким воздухом. На этом этапе часть солнечной энергии превращается в гравитационную. А когда вода, падая дождем и стекая в реки, возвращается в лоно своего океана, часть этой энергии, в свою очередь, превращается в электрическую. Одновременно восстанавливается статус-кво с точки зрения гравитационного баланса системы Земля — Солнце.

Возникает вопрос, существуют ли вообще какие-либо пути использования человеком гравитационной энергии небесных тел?

В одном из американских сборников недавно была опубликована статья Д. Фримана «Гравитационные машины», в которой описывается полуфантастический, но принципиально верный способ решения этой проблемы жителями искусственных или естественных планет N_1, N_2, \dots , расположенных вдоль гигантского кольца, охватывающего двойную звезду (рис. 1). Пусть компоненты этой звезды A и B движутся с одинаковыми скоростями v вокруг общего центра масс. Из точки N_1 в некоторый момент выбрасывается груз C со скоростью u навстречу компоненту B , по отношению к которому скорость груза C будет $u + v$. Обогнув звезду (орбиту и момент выброса надо рассчитать так, чтобы во время сближения тел C и B их движение было встречным), груз C придет в приблизительно симметричную с N_1 точку N_2 , имея опять-таки скорость $u + v$ относительно звезды B . По отношению же к неподвижной системе координат скорость груза C будет уже $u + 2v$. Очевидно, кинетическая энергия груза C резко возрастет, и ее избыток может быть использован жителями станции N_2 . По мере запуска грузов C компоненты звезды должны сближаться, а их потенциальная энергия соответственно уменьшаться.

Д. Фриман даже подсчитал,

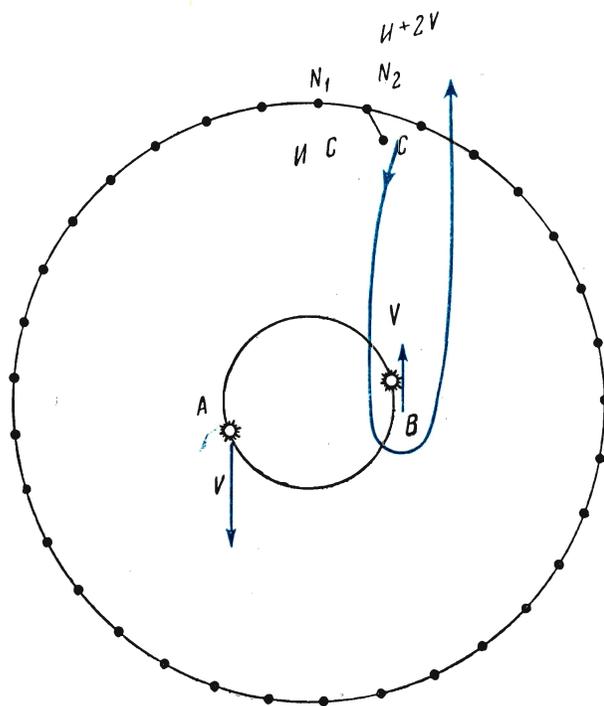


Рис. 1

что общий запас гравитационной энергии, который можно таким путем «выкачать» у реальной двойной звезды перед полным сближением ее компонентов, составляет 10^{49} эрг. Заметим, что это почти в триллион раз превосходит солнечную энергию, получаемую ежегодно нашей планетой.

Необходимо оговориться, что фактическая картина полета грузов C будет значительно сложнее описанной выше. Однако основной принцип идеи Д. Фримана бесспорно верен: при близких прохождениях небесных тел, как при ударе упругих шаров, имеет место передача энергии от большего тела к меньшему. Впрочем, сказанное справедливо лишь при наличии трех и более взаимодействующих тел. В системе же двух тел остается постоянной не только энергия системы в целом, но и полная энергия (сумма потенциальной и кинетической энергий) каждого тела в отдельности.

Очевидно, проект Д. Фримана представляет лишь теоретический интерес, хотя сам автор видит значение своей работы не только в этом. Он считает, что ее результаты полезно иметь в виду, занимаясь поисками инопланетных цивилизаций, поскольку в работе описывается один из возможных заметных в космических масштабах симптомов существования гигантски развитой техники.

Обратимся теперь к другой идее, которая развивалась около 20 лет тому назад советскими учеными академиком О. Ю. Шмидтом и профессором Н. Н. Парийским, правда, по совершенно другому поводу. Опираясь на их идею, уже в наше время при современном уровне развития техники вполне можно решить проблему использования гравитационной энергии для... запуска космических кораблей. Не правда ли, неожиданное утверждение? Мы привыкли до сих пор считать, что силы тяготения — это главный

отрицательный фактор в практике космических полетов, основной барьер, который приходится преодолевать нашим космонавтам. А сейчас мы увидим, что эти же силы могут выполнять роль «двигателя» в космическом корабле.

Занимаясь в чисто космогоническом аспекте проблемой захвата и выброса некоторого тела системой двух других тел, О. Ю. Шмидт и Н. Н. Парийский строго математически доказали возможность выброса третьего тела за пределы поля тяготения двух тел. В результате такого выброса потенциальная энергия остающихся двух тел соответственно уменьшается, а избыток энергии уносит с собой улетевшее в бесконечность третье тело.

В свое время исследование О. Ю. Шмидта и Н. Н. Парийского не получило особенно большого признания главным образом потому, что вызвала сомнение эффективность захвата и выброса звезд и космических пылинок описанным путем в естественных условиях нашей Галактики: было показано, что слишком мала вероятность такой начальной траектории третьего тела, двигаясь по которой оно помчится, набирая энергию за счет гравитационного потенциала остающихся двух тел.

Ну, а что, если эти «маловероятные» начальные условия будут заданы волей человеческого разума? Разве не превратится тогда наше «третье» тело в космический корабль, выброшенный в межзвездное пространство за счет гравитационной энергии других членов солнечной системы?

Рассмотрим некоторые из возможных траекторий космических полетов, двигаясь по которым корабль будет набирать энергию по принципу «упругих столкновений» с членами солнечной системы. Поскольку мы ставим своей целью лишь проиллюстрировать высказанную выше идею конкретными

примерами, будем простоты ради составлять наши траектории из отрезков кеплеровых орбит. Начнем с вылета в межзвездное пространство по «двухступенчатой» орбите Земля—Юпитер—Космос (рис. 2). Известно, что полет по полуэллипсу, касающемуся в перигелии орбиты Земли, а в афелии орбиты Юпитера, тре-

образом, скорость корабля по отношению к Юпитеру в точке «а» будет 6 км/сек , но направлена в обратную сторону. Такую же относительную скорость корабль будет иметь в симметричной точке «б» после того как он обогнет Юпитер. Однако по отношению к Солнцу скорость корабля уже составит $13 + 6 = 19 \text{ км/сек}$. Этой

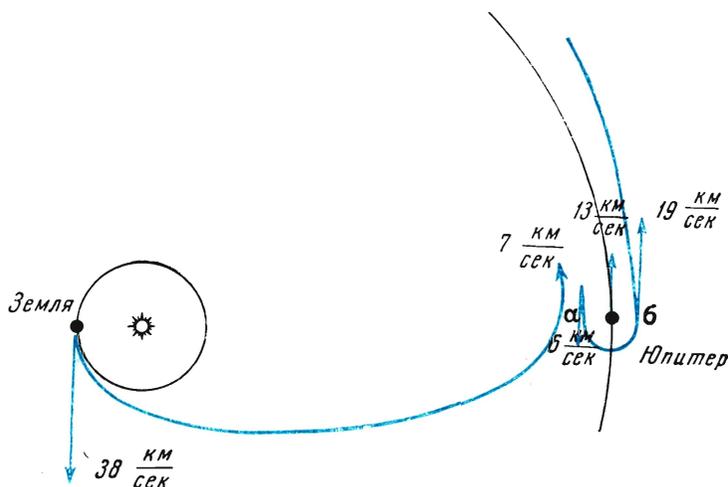


Рис. 2

бует задания кораблю начальной скорости 38 км/сек . С этой целью мы должны, во-первых, сообщить кораблю энергию $m \frac{v^2}{2}$ (m — масса корабля, $v = 11,2 \text{ км/сек}$) для преодоления поля тяготения Земли и, кроме того, энергию для создания избыточной относительно Земли скорости $8,5 \text{ км/сек}$. Если эта скорость будет направлена в сторону движения самой Земли (скорость которой, как известно, составляет $29,5 \text{ км/сек}$), то наш корабль и приобретет общую скорость 38 км/сек , имея которую он свободно достигнет орбиты Юпитера, причем скорость его уменьшится до 7 км/сек . Время запуска корабля надо рассчитать так, чтобы он оказался на орбите Юпитера немного впереди этой планеты, движущейся со скоростью 13 км/сек . Таким

образом, скорость корабля по отношению к Юпитеру в точке «а» будет 6 км/сек , но направлена в обратную сторону. Такую же относительную скорость корабль будет иметь в симметричной точке «б» после того как он обогнет Юпитер. Однако по отношению к Солнцу скорость корабля уже составит $13 + 6 = 19 \text{ км/сек}$. Этой скоростью в районе Юпитера более чем достаточно для того, чтобы улететь по гиперболе в межзвездное пространство. Между тем для непосредственного выброса корабля с орбиты Земли в межзвездное пространство без «заправки» энергией за счет Юпитера ему нужно было бы сообщить избыточную скорость не $8,5 \text{ км/сек}$, а $12,5 \text{ км/сек}$ (общая скорость должна быть 42 км/сек). Расход избыточной энергии увеличился бы почти вдвое (напомним, что кинетическая энергия пропорциональна квадрату скорости).

Достигнуть еще большей экономии энергии на избыточную скорость и даже свести к нулю расход этой энергии можно путем использования «многоступенчатой» траектории с «заправкой»

корабля гравитационной энергией у Луны, Марса, Юпитера и Урана.

В этом случае нам не понадобилось бы даже выводить корабль за пределы земного тяготения, а лишь запустить его в качестве обратного спутника Земли с апогеем в районе лунной орбиты (рис. 3). После встречи с Луной в эпоху полнолуния наш корабль уже будет иметь почти достаточную скорость для полета к Марсу; от него к Юпитеру, Урану и в межзвездное пространство. В отдельных точках траектории понадобилось бы, конечно, израсходовать минимальное количество горючего для корректировки полета.

Для обратного возвращения на Землю кораблю, наоборот, пришлось бы отдать избыток своей потенциальной энергии встречным планетам. Однако, поскольку в природе не существует идеально обратимых процессов, часть гравитационной энергии членов солнечной системы все же оказалась бы израсходованной. Не находите ли читатель, что описанный процесс имеет некоторую, по крайней мере формальную, аналогию с циклом Карно?

Элементарный расчет показывает, что для полета к Венере, по-видимому, достаточно использовать «упругое столкновение» корабля с Луной в момент ново-

луния (рис. 3). Во время такой встречи гравитационная энергия Луны увеличит кинетическую энергию корабля только по отношению к Земле, а относительно Солнца его энергия будет уменьшена, что и требуется для полета к нижним планетам.

Описанный здесь эффект

метить, что разговоры о возможности выделения каких-то особых скрытых форм гравитационной энергии и в связи с этим о создании искусственной невесомости («кеворит» Г. Уэллса, «гравигенератор» А. Митрофанова и т. п.) не имеют под собой научной почвы. Многочисленные же спе-

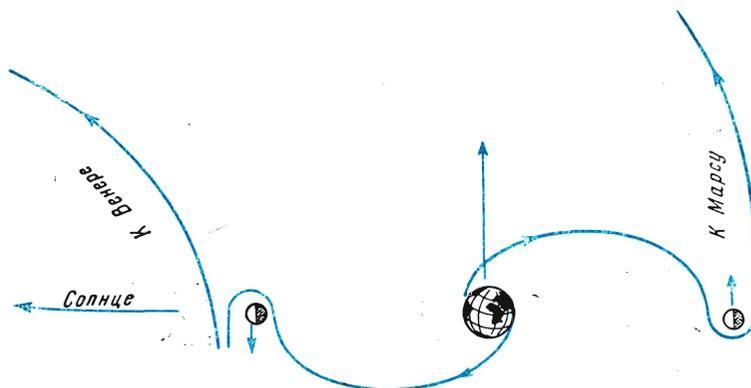


Рис. 3

«упругих столкновений» открывает большие перспективы для составления всевозможных маршрутов с «заправкой» корабля гравитационной энергией от встречных тел. Однако более подробное рассмотрение этих вопросов требует строгого расчета траекторий с применением электронно-счетной техники.

В заключение хотелось бы от-

куляции на эту тему (американские «летающие тарелочки» и т. п.) просто-напросто дезориентируют читателя.

Общие темпы развития науки не оставляют места для сомнений в том, что энергия гравитации будет поставлена на службу человеку, и не только теми путями, о которых упоминалось в нашей статье.

ЯЗЫК МЕЖЗВЕЗДНОЙ СВЯЗИ

(Начало на стр. 75)

Совершенно другой способ был предложен известным американским радиоастрономом Дрейком — автором знаменитого проекта «Озма». Этот метод иллюстрируется рисунком, заимствованным из статьи Кейда, опубликованной в журнале «Discovery». В основе метода Дрейка лежит

принцип телевизионной развертки изображения. Текст передается двоичным кодом (1 можно изображать длинным импульсом, 0 — коротким). В приведенном примере текст содержит 209 двоичных знаков. Число 209 — произведение двух простых чисел 11×19 . Одно из них представляет собой число строк, другое — число элементов в строке. При воспроизведении изображения 1 отмечается темным квадратиком, 0 — светлым. Необходимо выяснить, какое из чисел (11 или 19) представляет число строк и какое число элементов в строке. На ле-

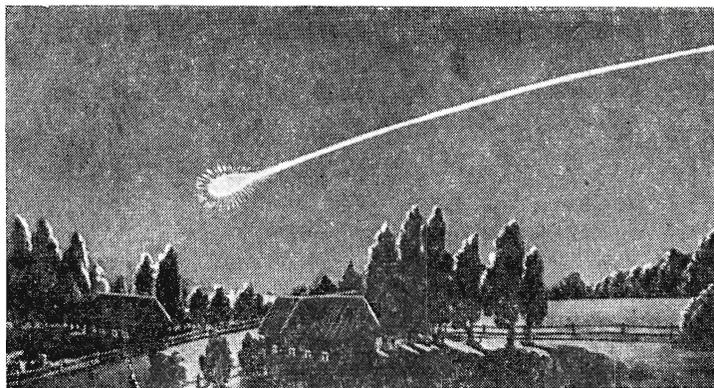
вом рисунке (стр. 75) при воспроизведении изображения принято: число строк равно 11, число элементов в строке 19. Никакого определенного изображения нет. На правом рисунке число строк равно 19, число элементов в строке равно 11. Появилось совершенно отчетливое изображение. Когда параметры развертки определены, можно воспроизвести изображение более сложных фигур и символов. В принципе таким образом можно передавать и трехмерные изображения. Можно думать, что линкос и телевидение неплохо дополняют друг друга.



ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

ЧТО НАДО ЗНАТЬ О БОЛИДАХ

И. Т. ЗОТКИН



Болидами называют метеоры, яркость которых превосходит минус 4—5-ю звездную величину. Если напомнить, что Луна в первой четверти имеет минус 9-ю, а в полнолуние минус 12-ю звездную величину, то станет ясно, что болид это очень яркий метеор, похожий на огненный шар, стремительно (в течение 3—7 секунд) пролетающий по небу. Часто болиды искрят, дробятся. В конце полета, как правило, происходит вспышка, напоминающая взрыв. Особо мощные болиды видны даже днем, а ночью они ярко освещают местность. Днем можно увидеть пылевой след этого небесного тела.

Через 1—2 минуты после полета болида бывают слышны гул, грохот, громовые удары: до наблюдателя доходит ударная волна, вызванная полетом метеорного тела со сверхзвуковой скоростью. Звуковые болиды

представляют особый интерес, так как звук говорит о небольшой высоте явления.

Так же как и обычные метеоры, болиды вызываются вторжением в атмосферу космических тел, но гораздо более крупных, вероятно, имеющих массу свыше сотни килограммов. При удачном стечении обстоятельств (пологая траектория, не слишком большая скорость) остаток этого тела падает на Землю в виде каменистого или железного метеорита.

В международных каталогах зарегистрировано около 1700 метеоритов, найденных на Земле в разное время. Но насчитается едва ли три десятка, у которых достаточно точно известна траектория. Это объясняется тем, что метеориты (так же как и болиды) падают редко, совершенно неожиданно и в самых неопределенных местах. Поэтому организовать специаль-

ные наблюдения пока не удалось.

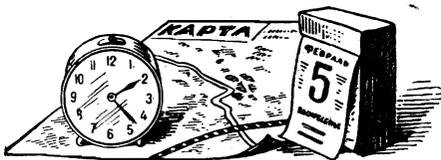
Количество метеоров зависит от их звездной величины. Число ярких метеоров убывает в геометрической прогрессии (примерно в 2,5 раза на одну величину). Например за ночь можно увидеть один метеор нулевой величины, а чтобы увидеть один болид минус 10-й звездной величины, надо затратить $(2,5)^{10} \approx 9500$ ночей. Как видим, можно ждать всю жизнь и не увидеть ни одного болида, или падения метеорита. За всю историю науки только один раз удалось сфотографировать падение метеорита (в 1959 г. в Чехословакии) и надежно установить его траекторию.

Спрашивается, как же ученым преодолеть это затруднение. Выход один — увеличить число наблюдателей. Ведь, например, 10 000 человек (в разных пунктах!), вероятно, могут

увидеть один болид минус 10-й звездной величины за одну ночь. Вот почему наблюдения ярких метеоритообразующих болидов и падений метеоритов невозможны без помощи огромной армии друзей и любителей астрономии. Если несколько десятков свидетелей, находившихся на большой территории, дадут подробные сведения о болиде, то тогда появится возможность определить его траекторию и сделать определенные суждения о движении метеорного тела в межпланетном пространстве, а это крайне интересно и важно.

К сожалению, не каждый из тех, кто неожиданно становится свидетелем полета болида, знает, на что обратить внимание. Чтобы дать более ценные для науки сведения, очевидцам болида, даже не имеющим никаких приборов, пригодится наша

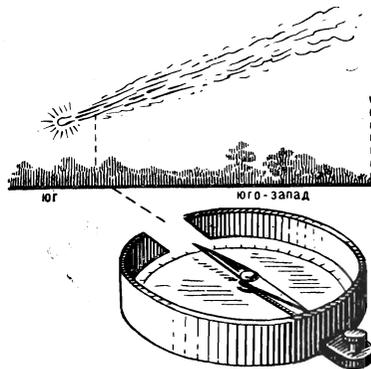
ПАМЯТКА НАБЛЮДАТЕЛЮ



1. Дата, время и продолжительность явления. Уточните, какое употребляется время; не путайте болиды с искусственными спутниками: болид наблюдается несколько секунд, а спутник пересекает небо в течение нескольких минут.

2. Место наблюдения, фамилия и адрес наблюдателя. Подробности местоположения не нужны, достаточно знать город, деревню, район, чтобы место можно было отыскать на карте. Важно сообщить также адреса других очевидцев.

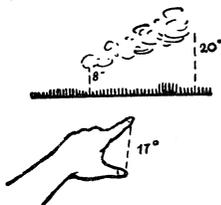
3. Как расположен на небе видимый путь болида? Наблюдая из одного пункта, нельзя определить куда летел болид. Можно и нужно указать, где болид начался и окончился (юг, юго-запад, север



и т. п.); лучше всего определить по компасу азимуты. Ночью путь болида нетрудно ориентировать по звездам, если созвездия известны наблюдателю.

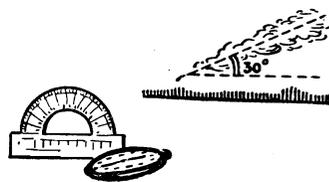
4. Угловая высота над горизонтом начала и конца болида. Речь идет об угловой высоте (в градусах).

Высоту в километрах один наблюдатель из одного пункта определить не может! Линейная высота болида находится только по засечкам из нескольких удаленных пунктов.

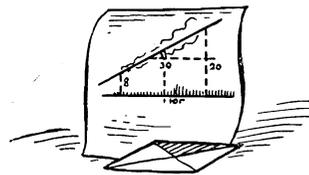


Если вытянуть руку, расставив большой и указательный пальцы, то угловое расстояние между концами пальцев составит примерно 17°.

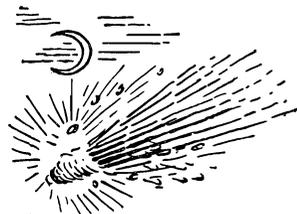
5. Наклон видимой траектории к горизонту можно измерить транспортиром на рисунке, который нетрудно сделать по памяти.



6. Схема пути болида на небе. Этот схематический чертеж обязательно прилагается к письму-описанию болида. На чертеже, как указано на рисунке, отмечаются: наклон, азимуты и угловые высоты. Такой чертеж — основа нахождения траектории в пространстве.



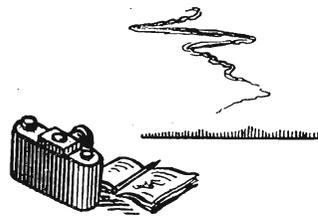
7. Рисунок головы болида. На этом рисунке надо зафиксировать дробление, искры и форму головы, если они замечены. Размеры головы болида надо оценить по сравнению с каким-либо небесным све-



тилом, например с Луной. Оценки размеров в линейных величинах неверны. Тут же надо указать цвет болида и его яркость по сравнению с Луной или Солнцем.

8. Звуковые явления. Звук доходит до наблюдателя спустя несколько минут после пролета; поэтому наблюдателю всегда следует подождать некоторое время и послушать. Особо интересно отметить по часам время между моментами исчезновения болида и звуком, а также было ли сотрясение почвы.

9. След болида. Его можно заметить днем и в сумерки. Держится он долго, иногда более часа, постепенно смещаясь под действием ветра. Рисунки и особенно последовательные фотографии с отметками времени имеют большую научную ценность. По ним можно определить ветровой режим на больших высотах.

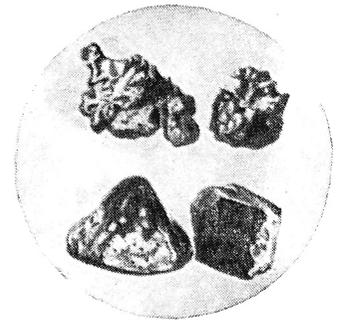


10. Обстоятельства наблюдения, такие, как облачность, освещенность, обстановка, в которой находится наблюдатель, должны быть кратко описаны, так как они характеризуют точность наблюдений.

11. Падение метеорита. Если наблюдатель стал непосредственным свидетелем падения, то он обязан принять меры к сохранению метеорных тел и немедленно сообщить об этом в Академию наук СССР. Не следует поддаваться, однако, обманчивому впечатлению о

близости болида и сразу же отправляться искать метеорит. Болиды очень яркие и видны иногда за сотни километров. Поэтому поиски метеоритов без предварительного опроса очевидцев в других пунктах малоцелесообразны.

12. Письма с наблюдениями болидов надо отправлять в Комитет по метеоритам Академии наук СССР по адресу: Москва, В-313, улица Марии Ульяновой, дом 3, корпус 1.



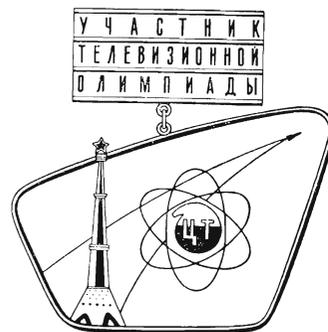
«ЗАГАДКИ ВСЕЛЕННОЙ»

(Обзор писем
участников телевизионной
астрономической олимпиады)

Г. И. САЛОВА

Во втором номере нашего журнала было рассказано о том, как проходила телевизионная олимпиада. Здесь мы остановимся на разборе наиболее интересных задач и ответов на них, присланных школьниками.

Естественно, что те вопросы I (заочного) тура, которые носи-



ли справочный или информационный характер, в основном не вызвали затруднений. Таков, например, вопрос об основании и основателе Пулковской обсерватории. (Только один школьник написал, что основателем обсерватории был астроном Пулков!) Несколько сложнее оказался

вопрос о работах пулковских астрономов. Многим известно, что В. Я. Струве установил факт межзвездного поглощения, но это открытие воспринимается некоторыми школьниками как окончательное решение вопроса, а не первая догадка. Участникам олимпиады хорошо известны звездные каталоги Пулковской обсерватории, определение параллакса звезд В. Я. Струве, измерения дуги меридиана, работы А. А. Белопольского, Ф. А. Бредихина. Однако в ответах редко упоминаются работы А. П. Ганского по исследованию Солнца, С. К. Костинского по внедрению фотографического метода, Г. А. Тихова по фотометрии Марса, и особенно редко — работы советских астрономов, выполненные в последнее время. Школьники

ошибочно приписывают все крупные астрономические открытия Пулковской обсерватории (открытие короны, астробиологические исследования и др.).

Хорошие ответы даны на вопросы о природе туманностей Андромеды и Ориона. Так, ученик VIII класса Борис Зверев (Ленинград) — член кружка Ленинградского планетария — написал: «Туманность Андромеды представляет собой спиральную туманность, состоящую из звезд. Она сходна по структуре с нашей Галактикой и является самой близкой к нам галактикой. Звезды туманности вращаются вокруг общего центра. Туманность Ориона состоит из газа и пыли. Диффузная туманность Ориона светится оттого, что около нее и внутри нее находятся звезды». Виктор Веремьев (Балтийск), Юрий Головкин (Барановичи) и другие сообщили более подробные сведения о туманности Андромеды как о галактике (ее диаметр, число звезд, наличие спутников и пр.) и туманности Ориона (состав, плотность, даже механизм свечения).

Совершенно справочный характер носил вопрос о дате последней вспышки сверхновой звезды в нашей Галактике. Большинство школьников правильно назвали звезду, открытую Кеплером в 1604 г., хотя многие считали последней сверхновой звезду 1054 г., связанную с Крабовидной туманностью. Часто путают сверхновые, новые звезды и сверхзвезды. В ответах встречаются почти все даты вспышек новых звезд последних лет, сообщения о которых были в газетах, а также сверхновых в других галактиках. Очень хорошие ответы, например, Георгия Иванова из Казани, Александра Морозова из Брянска, Андрея Сергиенко

из Киева и других содержали много дополнительных сведений о сверхновых: ранние наблюдения, яркость вспышки, промежуток времени между вспышками и т. п.

Несколько задач требовали от учащихся знакомства с телескопами. В школьном курсе и в популярных книгах по общей астрономии эти вопросы рассмотрены очень поверхностно. Только в некоторых книгах, например «Телескоп астронома-любителя» М. С. Навашина, достаточно полно рассказано о недостатках и преимуществах различных видов телескопов. Поэтому школьники обычно знают, о хроматизме рефрактора и малом полезном поле рефлектора, о возможности делать большие зеркала и трудностях изготовления больших линз. Но очень немногие знают о поглощении ультрафиолета в рефракторе (в частности потому, что в книге М. С. Навашина этому вопросу не уделено должного внимания), о различии в предельных отношениях отверстий рефракторов и рефлекторов. Только один школьник — Александр Земцов (Ленинград) знал о существовании иных катадиоптрических систем, кроме менисковых, и привел схему камеры Шмидта. Редко отмечают недостатки менисковых телескопов, почти все участники убеждены в том, что менисковый телескоп — самый короткий. Это говорит о том, что самые распространенные системы рефлекторов, такие как Кассегрена или Кудэ, мало известны школьникам.

Вопрос о самом большом телескопе в СССР оказался совсем несложным. Не все, правда, дали его полное название: зеркальный телескоп имени Г. А. Шайна. Великолепные ответы прислали симферопольцы, особенно Наташа Мелихова, а так-

же Евгений Гуднихин из Липецка, Наташа Алексеева из Севастополя и другие.

На свойстве телескопа создавать перевернутое изображение была основана задача об определении фазы Луны по фотографии, сделанной с помощью телескопа. Луна была изображена «рогами» влево, как бы в первой четверти, хотя в действительности она была в последней четверти. Большая часть школьников ответила в общем-то верно. Но лишь немногие заметили, что здесь имелись в виду две тонкости. Во-первых, если фотография сделана телескопом-рефрактором, то действительно правильным ответом будет приведенный выше, если же — рефлектором или менисковым телескопом, то о фазе Луны ничего сказать нельзя. Во-вторых, приведенный ответ следует считать правильным лишь в том случае, если телескоп расположен в северном полушарии, если же он находится в южном полушарии, то фаза Луны будет противоположной.

Можно было облегчить себе задачу и решить ее, не прибегая к использованию свойств телескопа, а судить о фазе по видимым деталям лунной поверхности, как это сделала Роза Складман (Львов). Но таких ответов мало. Вероятно, школьники просто не сумели применить свои знания лунной топографии в несколько необычно заданном вопросе.

Топографию Луны, по-видимому, школьники знают неплохо. На показанном глобусе Луны, кстати сказать, очень неудачно освещенном, многим удалось узнать Море Москвы, а некоторым — Виталию Баранову (Москва), Александру Керзину (Москва), Леониду Кикину (Вологда) и другим — остальные области (кратер Циолковский и Море Кризисов).

Вопрос о природных условиях на поверхности Луны оказался довольно легким, но он настолько обширен, что очень немногие участники смогли достаточно полно ответить на него. Даже в телевизионной передаче ведущий смог кратко рассмотреть только очень небольшую часть вопроса. Естественно, что и школьникам было бы легче ответить на конкретные вопросы. Так, перечисляя черты лунного ландшафта, многие школьники не смогли выделить главные явления. Во всех письмах отмечается меньшая сила тяжести, резкие перепады температур, отсутствие атмосферы, темный фон неба. Остальные особенности природы поверхности Луны упоминаются реже.

Ну, а как выглядит Земля на лунном небе? И каковы фазы у Луны и Земли в некоторый момент? «Земля и Луна находятся в противоположных фазах», — пишет ученик VI класса Костя Гришин из Мичуринска. Очень многие пришли к тому же решению. Однако конкретное решение не всегда было правильным: в случае, показанном на экране телевизора, Земля находилась в последней, а Луна в первой четверти. Несколько школьников даже обратило внимание на недостаточную корректность постановки задачи, на возможность двух решений: если наблюдатель находится в северном полушарии Луны, то, действительно, Земля будет в последней четверти, если же наблюдатель — в южном полушарии, то тогда Земля находится в первой четверти.

В группу по метеорной астрономии, к сожалению, вошло несколько непринципиальных терминологических вопросов. По-видимому, не имело смысла ставить перед школьниками задачи, по которым даже мнение специалистов еще не установи-

лось. В чем, например, различие между метеорным роем и метеорным потоком? Правильным ответом этой «задачи» решили считать следующий: метеорным потоком называется явление, возникающее при столкновении метеорного роя с Землей. При этом наиболее распространенной «ошибкой» оказалось определение потока как растянутого облака метеорных тел, а роя как компактного сгущения. Действительной ошибкой оказалось представление о том, что метеоры потока имеют радиант, а метеоры роя — хаотически направленные пути на небе. Часто кроме определения школьники (например, московский семиклассник Владимир Митин) приводят многочисленные подробности о природе метеорных роев, названия потоков, периоды их наблюдений и т. п.

Другая терминологическая задача: в чем различие между метеором и метеоритом, была несколько легче, вероятно, потому, что четкое определение метеора как явления в земной атмосфере, возникающего при падении метеорного тела, можно встретить в любом курсе астрономии и даже в популярной книге. Однако только треть школьников знает это определение. Многие считают метеор телом, сгорающим в атмосфере. Это снова не принципиальная, а терминологическая ошибка. Очень жаль, что из богатого материала метеорной астрономии, одной из самых близких любителю областей, были выбраны такие неинтересные, не раскрывающие физической природы явления задачи. Только один вопрос о метеорах был астрофизического плана о типе метеорного спектра. Но и здесь вопрос ставился таким образом, что правильный ответ не требовал действительно понимания

процесса, а только определения типа спектра как линейчатого спектра излучения. Школьники хорошо справились с этим вопросом. Но иногда встречаются и ошибки: некоторые пишут, что спектр метеора сплошной, так как вызван раскаленным метеорным телом, а изредка встречается ответ, что это спектр поглощения. Полный исчерпывающий ответ прислали все же немногие, около 27% участников, в их числе москвичи Петелин и Кудрявцев.

И последний вопрос этой серии — об отличии метеоритов от земных камней. Все школьники знают о коре плавления и регмаглипах, об этом было очень легко написать (ведущий обратил внимание на них и показал их на метеорите во время передачи). Другие же признаки метеоритов перечисляются редко, например, видманштеттеновы фигуры, неймановы линии. Многие участники характерным признаком считают ориентированную форму у метеорита (в действительности такая форма крайне редка). Лишь в отдельных ответах упоминались магнитные свойства метеоритов.

Группа вопросов о планетах, хотя и носила справочный характер, но была сложнее. На вопрос о составе планетных атмосфер хорошо ответило около четверти участников. Но и они, и все остальные допустили общую ошибку — спутали оценку верхнего предела содержания того или иного газа (определяемого возможностями аппаратуры) с количеством действительно обнаруженного, или чисто теоретические оценки содержания газов принимали за достоверные наблюдательные данные.

Таким образом, абсолютно во всех работах появилось утверждение, что на Марсе обнаружены кислород, азот, аргон

и т. п.... Открытие кислорода на Венере известно довольно широко, а об открытии водяных паров в атмосфере Марса знают немногие. В составе атмосферы Юпитера все называют метан и аммиак, но многие забывают, что главный компонент атмосферы этой планеты — водород.

И вновь нечеткая формулировка вопроса: «что вы знаете о планетных атмосферах?» — привела к тому, что в ответах много места заняли несущественные подробности, в то время как о методике исследования (о чем также нужно было сказать) написано очень скупо. Даже о спектральном методе написано мало. На этом фоне особенно выделяются работы членов кружка Московского Дворца пионеров Виктора Пузырева, Николая Санько, которые великолепно рассказали об атмосферах планет, очень подробно и четко о спектральном методе исследования и кратко о других методах.

Естественно, что вопрос о причинах, препятствующих определению периода вращения Венеры, оказался совсем легким. Практически все участники олимпиады, даже самые младшие, например шестиклассник Сергей Руднев из Перми, написали о плотной облачности планеты как помехе при наблюдениях поверхности. Наиболее полные ответы содержали объяснение метода определения периода вращения других планет например, ответ Марка Брагинского из Гомеля). Крайне редко упоминается внутреннее расположение орбиты Венеры как вторая причина, затрудняющая наблюдения.

Крымская областная юношеская обсерватория проводит наблюдения планет в течение нескольких лет. Симферопольцы, выступавшие во II туре, задали участникам олимпиады следующие

вопрос: «Какие существенные изменения произошли на Юпитере за последние 5 лет?». Вопрос, легкий и понятный для симферопольцев, оказался слишком узким и поэтому сложным для школьников, которые не имеют возможности регулярно наблюдать Юпитер.

Неудивительно, что правильных ответов на этот вопрос почти нет. Удовлетворительные ответы принадлежат членам больших астрономических кружков и обществ, располагающих хорошими телескопами. Обычные ответы на этот вопрос сводятся к весьма неопределенным высказываниям: «менялись полосы», «наблюдалось Красное Пятно». Действительно, правильный ответ состоит в том, что за последние пять лет Южная и Северная тропические полосы расширились и соединились, полностью скрыв экваториальную зону. В последнее время вновь наблюдается появление этой зоны за счет некоторого уменьшения ширины полюсов.

Вопрос II тура об определении точного времени, оказался сложным для многих. Учащиеся, вероятно, плохо усвоили или даже плохо поняли этот раздел, а в кружках, как правило, вопросам астрометрии и службы времени уделяется мало внимания. На этот вопрос следовало ответить, что в момент кульминации светила звездное время равно его прямому восхождению. Поэтому для определения поправки часов достаточно с помощью пассажного инструмента отметить момент прохождения через меридиан звезды, прямое восхождение которой хорошо известно, а затем взять разность звездного времени и показания часов. Полного, четкого ответа на этот вопрос не дал никто. Почти все любители знают о наблюдении звезд в

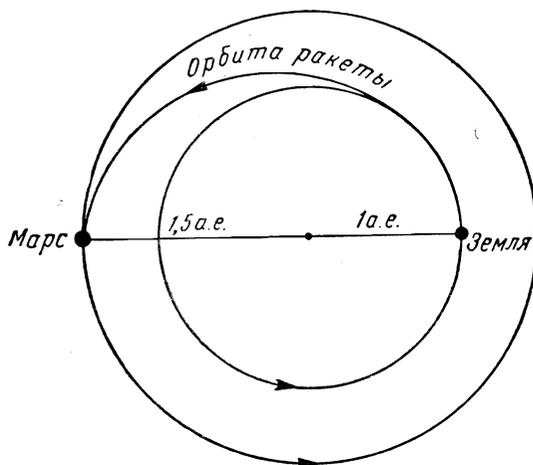
верхней кульминации, но почему-то большинство вместо ответа дает определение звездных суток. Мало школьников отметило, что в момент кульминации $S = \alpha$. Приятное исключение составляют ленинградец Александр Земцов, москвичи Василий Абломов, Виктор Пузырев и некоторые другие. О пассажном инструменте школьники пишут очень неуверенно, так как почти никто не знает, как с ним наблюдают.

Два вопроса, по одному в каждом туре, касались сравнительно молодой науки — радиоастрономии. В первом из них требовалось назвать показанные на экране инструменты, с которыми работают радиоастрономы, и рассказать о принципе их работы и основных радиоастрономических исследованиях.

Название прибора не вызвало затруднений. Лишь несколько человек назвало прибор «радиолокатором», а пять-шесть человек даже «спектрографом». О принципе действия и работах, выполненных с помощью радиотелескопа, написало лишь небольшое число участников олимпиады. Школьники мало знают о конкретных исследованиях по радиоастрономии. Они обычно ограничиваются общими рассуждениями о новых возможностях молодой науки или сообщают об измерениях расстояний с помощью радиолокации. Юрий Уточкин (Тамбов), Наташа Мелихова (Симферополь), Виктор Люстин (Луганская область) и некоторые другие довольно хорошо ответили на этот вопрос, указав даже тип показанной антенны.

Задача II тура «Почему при наблюдении в радиотелескоп яркость Луны не меняется от полнолуния к новолунию?» была гораздо интереснее для хорошо подготовленных участников олимпиады. Хорошо ответила

москвичка Луиза Цветкова: «Чем больше длина волны радиоизлучения, тем от более глубоких слоев оно приходит. «Почва» Луны мало теплопроводна, поэтому во время «лунного дня» она не прогревается на большую глубину. Радиоизлучение Луны имеет ярко выраженный тепловой характер, а раз температура слоев, лежащих под поверхностью, примерно одинакова и «лунным днем» и «лунной ночью», то и радиоизлучение, приходящее от этих слоев, не изменяется, и мы наблюдаем постоянную яркость лунного диска». Такое же четкое понимание явления показали и некоторые другие школьники: Владимир Росляков и Виктор Савчук из Ярославля, Виктор Пузырев, Алексей Аронов, Николай Бочкарев из Москвы и другие.



Москвичи Алексей Старобинский и Юрий Кононов даже привели формулу закона Вина, выражающую зависимость длины волны излучения от температуры тела. Для основной массы участников этот вопрос, как и предыдущий, остается неясным.

Интересной теме космических полетов были посвящены два вопроса I тура. В одном из

них, более сложном, спрашивалось, почему ракету запускают вертикально, а затем разгоняют в горизонтальном направлении. Очень многие школьники, не поняв, что здесь по существу, два вопроса, ответили только на первую часть. Но и эта часть освещена недостаточно полно. Почти все написали о том, что ракета быстрее проходит атмосферу именно при вертикальном запуске и при этом экономится топливо. Ответ неполный, так как существенно то, что выгодно пройти плотные слои атмосферы при малой скорости и, следовательно, с меньшим сопротивлением атмосферы. Довольно частой и грубой ошибкой является ответ о быстром уменьшении притяжения Земли по мере подъема ракеты.

Второй вопрос о невесомости, возникающей в ракете при выключении двигателей, оказался несколько легче. Около трети участников ответило на него правильно. После выключения двигателей «ракета под влиянием земного притяжения находится в состоянии свободного падения и одновременно в прямолинейном горизонтальном движении. Космонавты, находящиеся в ракете, двигаются с таким же ускорением, как и сама ракета», — пишет В. Гуденко из Йошкар-Олы. Состояние невесомости возникает «и при любом свободном полете, когда на тело действует только одна сила тяжести. В этом случае частицы тела не действуют на опору или подвес и не получают под влиянием Земли ускорения относительно опоры или подвеса», — пишет девятиклассник Вячеслав Орган (Тульская область). Правильные ответы прислали также Юрий Астахов (Витебск), Вадим Крохин (Рига), Людмила Филенкова (Горьковская область) и другие. Из остальных участников примерно

половина видит причину невесомости в уравнивании центростремительной и центробежной силы, что является грубейшей ошибкой, другая — в ослаблении и даже отсутствии земного притяжения «на такой высоте», и в «уравнивании» сил притяжения всех планет, Луны, Солнца и Земли.

Особую группу составляют расчетные задачи II тура. Начнем их разбор с задачи, примыкающей к предыдущим: об определении времени полета ракеты с Земли на Марс по эллиптической орбите.

Задача оказалась простой и большинство школьников легко справилось с ней, решая ее с помощью третьего закона Кеплера и принимая за большую полуось орбиты ракеты величину, равную $\frac{1 + 1,5}{2} = 1,25 \text{ а. е.}$ (см. рисунок). Наиболее частая ошибка здесь — попытка просто разделить расстояние от Земли до Марса на вторую космическую скорость.

Участники олимпиады, изучавшие телескопы, легко справились с задачей вычисления линейного диаметра Марса и Луны в фокальной плоскости телескопа, фокусное расстояние которого известно. Угловой диаметр Марса был задан. При знании формулы, определяющей линейный размер фокального изображения $l = fd \sin 1''$ (или $l = \frac{fd}{206265}$), где f — фокусное расстояние объектива, d — угловой диаметр планеты в секундах, задача действительно решается просто. Но для многих задача оказалась трудной, так как решение ее с помощью формул геометрической оптики чрезвычайно громоздко, а просто вывести приведенную формулу догадались немногие.

В другой расчетной задаче требовалось определить, будет ли видно невооруженным гла-

зом пятно на Солнце, по размерам равное Земле, и при каком увеличении его можно будет увидеть. Эта задача решена практически всеми и самыми различными способами. Наиболее удачным следует признать решение Наташи Герасимовой (Запорожье) с использованием горизонтального параллакса Солнца. Если с Солнца радиус Земли виден под углом $8''{,}8$, то, следовательно, угловой диаметр пятна, равного диаметру Земли, будет $17''{,}6$. Знание разрешающей способности глаза ($1'$) давало решение задачи: чтобы увидеть такое пятно, достаточно увеличения в три-четыре раза.

И еще одна задача этой группы. Как выглядит Солнце с Плутона, ярче ли оно светит, чем полная Луна с Земли?

Вопрос об относительной освещенности легко выяснить, зная, что освещенность уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния. С этим справилось большинство участников. К сожалению, лишь несколько человек обратило внимание на первую часть задачи. Так, Михаил Давыдов (Москва) правильно определил диаметр Солнца, наблюдаемого с Плутона ($45'$), но не сравнил величину этого диаметра с разрешающей способностью глаза ($1'$), а потому не мог сделать вывод, что Солнце выглядит с Плутона как звезда (точечный объект). Многие просто написали, что Солнце выглядит яркой звездой, но не привели расчета. Игорь Ильинский (Лиеная, Латвия), Ирина Одина (Москва), и некоторые другие определили даже звездную величину Солнца, наблюдаемого с Плутона (-18 -й величины).

В задаче о спутнике Луны, неподвижно висащем над ее поверхностью, мы снова сталкиваемся с нестрогой постановкой вопроса. Дело в том, что школь-

ники не могли при своем знании астрономии дать достаточно точное решение задачи. В зависимости от характера принимаемого приближения, задача будет иметь разные решения. Отсюда всевозможные способы решения, приводящие к различным числовым результатам. Некоторые участники олимпиады справедливо указали, что таким «спутником» является Земля (если ее только можно считать спутником!), неподвижно висащая на небе Луны. Но только один школьник — Владимир Шемарин (Рязань) — отметил, что искомый спутник может быть расположен в так называемых пяти либрационных точках. По-видимому, неизвестной является работа польского астронома Кордылевского, открывшего естественные спутники Земли в этих точках, представляющие собой скопления пыли и мелких метеорных частиц. Ввиду нечеткости формулировки и возможности нескольких различных ответов жюри оценивало эту задачу только по существу решения, не придавая значения полученному числовому результату.

Два вопроса было посвящено солнечной короне. В одном из них требовалось рассказать об обстоятельствах наблюдения короны, в другом — о природе веществ, открытых в солнечной короне и газовых туманностях.

Основной причиной невозможности увидеть корону вне затмения три четверти школьников считают яркий свет Солнца, препятствующий наблюдению слабой короны. Сравнительно немногие видят действительную причину — рассеяние солнечного света атмосферой. О рассеянном свете в инструменте, по-видимому, никто не знает. Довольно мало ответов содержат описание короногра-

фа, в лучшем случае он просто назван.

Во втором вопросе обычная ошибка состояла в отождествлении Солнца и его короны, вследствие чего в ответе появился газ гелий, действительно открытый на Солнце, но не в короне. Возможно, что в некоторой степени виновата постановка задачи (короний и небулий нельзя назвать новыми веществами). Естественно, что школьники, зная, что это открытие было развенчано, искали действительно новые вещества и элементы, открытые на небесных телах, и их мысль обращалась к гелию. Все же школьники довольно часто пишут о коронии и небулии, хотя многие перепутали их сущность. Можно отметить хорошие ответы Евгения Гуднихина (Липецк) и Александра Землякова (Калининская область).

И наконец, два вопроса, самых близких любителю, о виде звездного неба. Ведущие прочитали два отрывка из художественных произведений, в которых авторы допустили астрономические неточности.

Первый отрывок из романа Ж. Верна «80 000 километров под водой» описывает небо в Антарктике, близ южного полюса: «На следующий день, 22 марта, в 6 часов утра начались приготовления к отплытию. Последние проблески сумерек тонули во мраке ночи. Ярко блистали звезды. В зените неба сверкала полярная звезда Антарктики — чудесный Южный Крест».

Второй — из романа П. Мельникова-Печерского «В лесах». Вечером в начале июля герой романа видел следующую картину: ярко горят звезды, высоко в небе видны Стожары (Плеяды), низко на севере раскинулся Вoz (Большая Медведица).

Конечно, школьники знают, что созвездие Южного Креста

не является ни полярной звездой, ни полярным созвездием. Они часто приводят название действительно полярного созвездия — Октанта — и звезды, близкие к полюсу. Борис Зверев из Ленинграда отметил также, что 22 марта звезды будут очень плохо видны, так как будет еще светло из-за сумерек. В действительности, как заметили несколько школьников, 22 марта вообще не будет видно звезд, так как Солнце еще видно на горизонте из-за рефракции. Любопытно, что два школьника нашли у Ж. Верна в другом романе упоминание о том, что Южный Крест отстоит от южного полюса мира примерно на 30° , т. е. никак не может быть полярным созвездием.

Ошибку П. Мельникова-Печерского в положении Плеяд отметили все. Но только треть участников заметила неправильность в положении Б. Медведицы. Владимир Шемарин (Рязань), Николай Ивченко (Воронеж), Геннадий Брук (станция Сурок Марийской АССР) и многие другие привели точное положение этих созвездий; Феликс Аксельруд и Владимир Пивоваров (Воронеж), Валерий Посухов (Львов) и другие указали, что изображенная картина соответствует июльскому раннему утру, или зимнему вечеру. Александр Талантов и Владимир Бутин (поселок Бавлины,

Владимирской области) прислали даже рисунки вида звездного неба июльским вечером.

Подводя общий итог, можно с сожалением отметить, что в целом ответы заслуживают невысокой оценки. Возможно, это вызвано очень большим числом задач (их 31!), а также многочисленностью задач, требующих обширного ответа. В будущих олимпиадах нужно предлагать школьникам такие вопросы, которые требуют не перечисления большого количества всевозможных фактов, а понимания и раскрытия физики явлений. Особенно это справедливо для заочного тура, так как под рукой всегда найдутся справочники и книги, в которых можно прочитать ответ на вопрос описательного или, как пишут сами школьники, «беллетристического» характера.

Олимпиада еще раз показала, что не возраст и не класс определяют победителя. С успехом на многие вопросы отвечали учащиеся VIII—IX и даже младших классов. В основном победители — члены астрономических кружков, возможно, потому что в ноябре — декабре, когда проводилась олимпиада, школьники X или XI классов только начали изучение астрономии и не смогли активно использовать знание школьного курса. Вероятно, если проводить подобные олимпиады в конце

учебного года, то можно не только выявить любителей астрономии, но и проверить усвоение ребятами школьного курса. Прошедшая олимпиада не дает этой возможности. Но польза от нее безусловно очень велика: сами школьники во многих письмах пишут о том, как они довольны ее проведением, просят устраивать почаще (хоть раз в месяц!), рады услышать «интересную астрономическую передачу» и безусловно хотят «попробовать свои силы» на задачах не простых, а посложнее. Олимпиада была нетрудной для любителей астрономии, кружковцев, большое же число очень слабых ответов показывает, что хотя интерес к астрономии у школьников, не занимающихся ни в каких кружках, огромный, знания их недостаточны. И для них передача была интересной, познавательной и сложной, и безусловно пробудила еще больший интерес к астрономии. Вероятно, было бы полезно в следующих олимпиадах (а школьники надеются, что они будут) в I туре давать много несложных (и, конечно, требующих краткого ответа) задач, рассчитанных на большое число школьников, интересующихся астрономией, а во II туре выявлять победителей, предлагая небольшое число задач, но более сложных и интересных и по более широкой тематике.

ИСПРАВЛЕНИЕ

В № 1 нашего журнала в статье В. А. Бронштэна «Любительская астрономия в СССР» на стр. 89 допущена неточность при описании состояния любительской астрономии в Прибалтике. Ниже дается правильное изложение этого места.

В Муस्ताэги близ Таллина построена народная обсерватория, многие приборы которой сконструированы любителями астрономии, в особенности Х. Г.

Хойером. За конструирование камеры для исследования оптических свойств протяженных небесных объектов Ч. И. Виллманн и Х. Г. Хойер получили авторское свидетельство.

В Риге под руководством М. Л. Гайлиса построен телескоп-рефлектор с диаметром зеркала 50 см, установленный пока во временном павильоне. Телескоп будет переведен в обсерваторию Латвийского отделения ВАГО в Сигулду (50 км от Риги). Подробнее о телескопе Гайлиса сообщалось в статье М. М. Дагаева в № 2 «Земли и Вселенной».

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

О СТАТЬЕ С. ГАМБУРГА «КАК ВОЗНИКЛА СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА?»

В. А. ЗАЙЦЕВ,
член ВАГО

В журнале «Юный техник» № 4 за 1964 г. напечатана статья С. Гамбурга «Как возникла солнечная система». В этой статье, как и в некоторых других своих публикациях*, автор, не являющийся специалистом-астрономом, изложил ряд путаных представлений о взаимосвязи тел солнечной системы с газово-пылевой туманностью, высказал неправильное представление о количестве спутников и т. д. Хотя С. Гамбург и пишет, что он создал гипотезу, в действительности он без достаточного основания лишь соединил вместе отдельные положения известных космогонистов.

В статье говорится:

«Если гипотеза О. Ю. Шмидта была основана на предположении о встрече Солнца с газово-пылевой туманностью и захвате Солнцем части туманности, а гипотеза академика В. Г. Фесенкова — на распаде газово-пылевой туманности, то предлагаемая мною гипотеза основана на взаимодействии Солнца и планет с газово-пылевой туманностью» («Юный техник», № 4, 1964, стр. 30).

Подобная идея уже давно была высказана Си, но дело, конечно, не в этом. Взаимосвязь Солнца с газово-пылевой туманностью — это определенный физический процесс, а не гипотеза. Многие ученые (В. Г. Фесенков, О. Ю. Шмидт, Ф. Хойл, Х. Альвен, Д. Койпер и др.) указывали на эту взаимосвязь и изложили конкретные идеи, раскрывающие механизм этого процесса, чего не сделал С. Гамбург.

На той же странице автор пишет:

«Процесс образования планет (равно как и спутников планет) не был, видимо, одновременным, а шел этапами, стадиями, причем каждому этапу соответствовало образование той или иной группы планет или спутников». Такие идеи уже были высказаны Х. Альвеном, но, конечно, более обоснованно («Вопросы космогонии», т. VI, 1958, стр. 78—97).

Далее С. Гамбург объясняет (и, надо сказать, весьма неудачно) процесс образования планет и спутников: «Это явилось результатом ядерных или других реакций в Солнце и в планетах, выбросом материи из Солнца и из планет, оплодотворения этими выбросами газово-пылевых туманностей, которые окружали Солнце и планеты на ранней стадии их развития».

* См. статьи: С. С. Гамбург «Новая гипотеза» («Юный техник», № 10, 1962, стр. 42—46); С. С. Гамбург «Закономерности подобия солнечной и планетных систем» («Земля во Вселенной». Изд-во «Мысль», 1964, стр. 122—133).

подавляющее большинство ученых не поддерживает взглядов о ядерных процессах на планетах. Считается, что Солнце на первых этапах своего развития было окружено газово-пылевой средой, из которой впоследствии образовались планеты.

Роль корпускулярного излучения Солнца и его влияния на газово-пылевую среду околосолнечного диска в свое время была рассмотрена В. Г. Фесенковым, В. А. Кратом и другими исследователями (см., например, «Вопросы космогонии», т. I, 1952, стр. 87).

Статья С. Гамбурга содержит неправильное утверждение: «Выбросы из Солнца и из планет происходили через определенные периоды времени, и этим объясняется закономерность в расстояниях между планетами, между спутниками, между группами спутников» («Юный техник», № 4, 1964, стр. 30). «Выбросы из Солнца» не могли обусловить определенную закономерность в межпланетных расстояниях, так как при этом приходится постулировать закономерность повторения самих выбросов.

В отношении планетных расстояний С. Гамбург пишет:

«В расстояниях между планетами мы имеем закономерности, которые не были ранее подмечены.

Устанавливаемые нашей таблицей закономерности в расстояниях между планетами следующие: начиная от Венеры до Урана расстояние между планетами все время увеличивается почти вдвое: от Венеры до Земли — 41,36 млн. км, от Земли до Марса — 78,29, от Марса до астероидов 192,3» (там же, стр. 26) и т. д.

Что лучшего в этом «открытии» по сравнению с известным с 1772 г. правилом Бодде — Тиддуса? Солнечная система имеет много закономерностей, и если автор поставил своей целью объяснить «как возникла солнечная система», то необходимо не только указать на ту или иную закономерность, но и дать ее объяснение. Закономерности планетных расстояний подробно исследовались многими учеными, включая О. Ю. Шмидта и В. Г. Фесенкова.

С. Гамбургом составлена таблица планет и спутников, состоящая из четырех групп. В первой группе должно быть 5 тел, во второй — 2, в третьей — 3, в четвертой — 4 тела. Автор не счел нужным указать (а это главное), на основании каких физических процессов должна возникнуть подобная система, имеющая (по С. Гамбургу) 71 тело. В действительности в солнечной системе 41 тело (планет и спутников). Недостающие в таблице тела заменяются вопросительными знаками. Это означает, что, возможно, они существуют, но еще не открыты. Такое представление о количестве тел в солнечной системе более чем странное.

Наибольшее число вопросительных знаков относится к системе планеты Нептун. Автор полагает, что в этой системе должно быть 12 тел. В системе Земля — Луна автор проставил 4 вопросительных знака, пытаясь, видимо, предвосхитить результаты поисков (пока тщетных!) маленьких спутников Земли.

Помимо отмеченных недостатков, необходимо указать, что в статье имеется ряд других ошибок и неправильных толкований.

ЛЕТО

Л. Н. СТРИЖЕВСКИЙ

В северном полушарии астрономическое лето начинается 22 июня: в этот день Солнце проходит через точку летнего солнцестояния. В северном полушарии — это самый длинный день, а в южном — самая длинная ночь. В пределах Советского Союза день длится от 24 часов за полярным кругом до 15 часов на юге Средней Азии. Более 17 часов продолжается день в Москве и Свердловске. В Ленинграде май и июнь — время знаменитых белых ночей.

Но все это лишь неизменные астрономические признаки наступления лета. Между тем лето одного года не похоже на лето другого.

Тысяча девятьсот двадцать восьмой год был, например, «годом без лета», когда за все летние месяцы можно было едва насчитать десять сравнительно теплых солнечных дней. Были, наоборот, годы (1920, 1959, 1960), когда во всей Европейской части СССР почти три летних месяца подряд стояла сухая и жаркая погода, напоминающая южную.

Иногда говорят: «Запоздало в этом году лето» или: «Рано нынче установилось лето». Что же мы понимаем под началом лета в жизненной практике?

Один из основных признаков лета — окончание заморозков. К началу июня теплый, безмороз-

ный период устанавливается на большей части Европейской территории Союза. В Сибири безморозный период наступает позже, особенно запаздывает он на крайнем северо-востоке.

В пределах Европейской части СССР температура повышается постепенно. День за днем шагает лето к северу. За месяц оно продвигается 3000-километровый путь от степей Украины до Кольского полуострова, проходя за сутки в среднем 100 км (это, конечно, лишь приблизительная средняя многолетняя оценка).

Иначе обстоит дело в северной и особенно северо-восточной части Азиатской территории СССР. Здесь наступление лета замедляется холодным дыханием Ледовитого океана и лето утверждается лишь в июле. Примерно в это же время начинается сквозная навигация по Северному морскому пути. Средняя температура июня в Магаданской области и на побережье Охотского моря 6—9°, в июле она повышается до 12—14°. Минимальные июньские температуры составляют здесь —2—6°, а заморозки иногда случаются и в июле.

На южном берегу Крыма еще в середине мая начинается купальный сезон, а к началу июня температура воды на ялтинском пляже доходит до 17—18°, повышаясь в июле до 22—24°. На бе-

регах же северных морей в начале июня свирепствует пурга.

Если на Европейской территории СССР среднесуточная температура в течение июня повышается на 3—5°, то в Сибири она делает резкий скачок в 10—12°. Сказывается континентальность азиатского климата. Континентальность приводит и к тому, что в дальнейшем температура азиатских районов становится выше, чем температура лежащих на той же широте участков Европейской части Союза. Так, в июле в Якутске днем теплее даже, чем в Москве, хотя Якутск лежит намного севернее.

Впрочем, за последние годы климат отдельных районов Сибири претерпел некоторые изменения, связанные с теми поправками, которые внес в географию страны человек. Это создание обширных искусственных водохранилищ — Братского, Новосибирского. Новые водоемы несколько смягчают континентальность климата лежащих поблизости районов: лето становится не столь жарким и более влажным. Разумеется, эти изменения носят локальный характер. Хоть скольконибудь заметно изменить климат на значительной территории можно лишь, соорудив искусственные водохранилища, в сотни раз превышающие по размерам существующие.

Начало и конец июня заметно

различаются по условиям погоды. В первых числах месяца еще довольно часто с севера прорываются массы холодного воздуха, поэтому в отдельные годы в начале июня в Московской области отмечались заморозки. Во второй половине июня обычно наступает период более устойчивой, по-настоящему летней погоды, которая продолжается и в июле.

В июне количество атмосферных осадков продолжает расти. Они более интенсивны, чем в мае. Эта же тенденция сохраняется в июле. Распределение атмосферных осадков летом на Европейской территории Союза крайне неравномерно, что связано с атмосферной циркуляцией, с содержанием влаги в воздухе, а также с влиянием местных условий.

Благоприятная для выпадения осадков атмосферная циркуляция возникает при прохождении циклонов — огромных областей пониженного давления, которые, перемещаясь обычно с запада, насыщаются над океанами влагой. Но прохождение циклонов не всегда приводит к дождю. В южных и юго-восточных областях циклоны часто лишь увеличивают облачность: относительная влажность, которая редко превышает здесь в дневные часы 50%, недостаточна для возникновения дождя.

К местным условиям, влияющим на распределение осадков, относятся особенности почвы и рельефа, а также водоемы. Водоемы в начале лета способствуют уменьшению атмосферных осадков, так как сравнительно низкая температура их поверхности не благоприятствует развитию вертикальных движений воздуха. Уменьшение осадков по этой причине наблюдается, например, на берегах Финского залива.

Различие между районами Европейской части Союза по количеству осадков очень велико.

Так, в Минске за лето выпадает осадков примерно в три раза больше, чем в Одессе. К северу количество осадков уменьшается из-за уменьшения содержания влаги в воздухе. На побережье северных морей летние дожди бывают затяжными и морозящими, а так как тепла там недостаточно, то даже сравнительно небольшой слой осадков испаряется медленно. Почва заболочена. Относительная влажность воздуха высока.

В более южных районах такое же и даже большее количество осадков успевает быстро испариться. Дожди здесь короче и интенсивнее, а тепла больше.

В Западной и Восточной Сибири, как и на Европейской территории СССР, лето — период наибольших осадков. Особенно ярко эта особенность климата выражена в Приморье, где в июне начинает проявлять себя летний муссон, определяющий погоду этого района в июле и августе.

Летом соотношение между температурами над континентами и океанами прямо противоположно зимнему: над континентами, особенно в удалении от акваторий морей и океанов, температура выше. Здесь располагаются области пониженного давления. Над океанами давление повышено. Разность давлений воздуха в смежных районах вызывает ветер, который направлен из областей высокого давления в области низкого давления. Поэтому ветры, летом, например, на Дальнем Востоке дуют со стороны Тихого океана. Это и есть летний азиатский муссон. В его систему как у поверхности Земли, так и в более высоких слоях атмосферы втягивается теплый, насыщенный влагой воздух из более южных районов океана. Над территорией Дальнего Востока и Восточной Сибири эти воздушные массы образуют мощную облачность и дают обильные осадки, которые

распространяются на запад до Байкала и на север до полярного круга. Влажность в Приморье настолько велика, что оставленная на ночь обувь покрывается плесенью. Муссонные осадки здесь часто начинаются мелким морозящим дождем, идущим непрерывно двое или трое суток; за ним может следовать ливень, в отдельных случаях ливень переходит в обложной дождь.

Во Владивостоке в июле выпадает в среднем 100 мм осадков. А в расположенном на той же широте Ташкенте, куда не доносятся мощное дыхание океана, — всего 4 мм. Зато температура здесь гораздо выше. Во многих районах Средней Азии днем в тени нередко 40—45°С, а температура почвы, подвергающейся непосредственному воздействию солнечных лучей, поднимается до 65—70°. Ночи в пустыне холодны: почва быстро отдает накопленное за день тепло, охлаждаясь до 10—15°.

Завершается лето почти на всей территории нашей страны в августе. Уменьшается угол, под которым падают на Землю солнечные лучи. В тундре и северной тайге выпадает первый снег, по утрам поверхность почвы схватывается морозом. В средней полосе расцветаются осенними красками листья деревьев, появляются грибы, и птицы начинают готовиться к долгому пути на юг. К концу августа становится заметно холоднее, а по ночам отмечаются заморозки. Впрочем, в местах, подверженных ночным выхолаживаниям (в низинах, на полянах) заморозки бывают и в начале месяца. Самые ранние заморозки в Москве наблюдались 5 августа.

На Украине, Кавказе, в Крыму и Западной Сибири настоящее лето держится до конца августа. Сюда осень придет лишь в сентябре, знаменуя свое появление дождями, ветрами, понижением температуры.

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

ЧТО ТАКОЕ КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ?

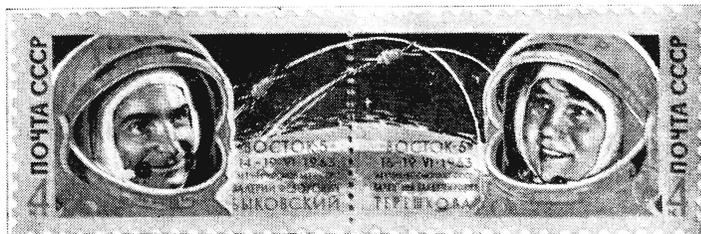
В. А. ОРЛОВ

Под термином «филателия», введенным в употребление в 1864 г. французским коллекционером Ж. Эрпином, понимают собирание и изучение знаков почтовой оплаты.

Известно, что служащий Британского музея доктор Джон Э. Грей вскоре после выпуска первых почтовых марок, которые появились в Англии в 1840 г., заявил, что он их начал собирать. Возможно, Грей принял такое решение, подражая ирландцу Джону Бурке, собравшему еще в 1714 г. коллекцию гербовых марок, которую считают первой коллекцией в истории филателии.

Еще в конце прошлого столетия начался спор о том, является ли филателия наукой. Этот спор продолжается и поныне. Не предвещая его исхода, следует истины ради заметить, что филателии весьма обширная область специальных знаний, которые могут быть использованы при изучении многих дисциплин. Однако прелесть филателии заключается прежде всего в ее захватывающей увлекательности и том эстетическом наслаждении, которое она приносит коллекционеру.

Первым порождением филателии было хронологическое коллекционирование, когда марки собирали по странам и располагали их в альбоме в порядке дат их выпуска. Этот способ стал классическим. Появление коммеморативов (памятные, юбилейные) и других художественных марок вызвало к жизни совершенно новое направление в филателии — тематическое коллекционирование, построенное уже на других принципах. Хотя первые коммеморативы появились в 80-х годах XIX века, собирание марок по тематическому признаку началось спустя много лет и получило



широкое распространение только в послевоенное время.

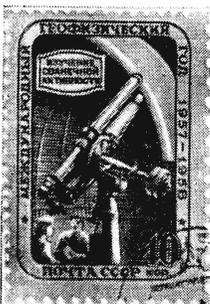
Одной из самых молодых областей в этом общем тематическом направлении является космическая филателия, которая имеет приверженцев во всех странах мира и получила особенное распространение в нашей стране. Несмотря на то что история космической филателии насчитывает всего несколько лет, она оставила далеко позади себя некоторые другие отрасли тематического коллекционирования. Это объясняется всеобщим интересом людей к достижениям в области изучения и освоения космического пространства. Во многих странах издаются специальные каталоги марок, конвертов и штемпелей космической тематики и астрономии. В филателистских журналах систематически помещаются статьи, посвященные различным аспектам космической филателии.

Какие марки и другие филателистские вещи относятся к космической тематике?

В филателии нашло отображение не только бурное развитие космических исследований, но и ряд других событий, тесно связанных с ними. Много марок посвящено исследованиям и изучению космического пространства, проводившимся в рамках программы МГГ и МГСС. Весьма интересны филателистские материалы, на которых отображены исследования в различных областях астрономии, проводившиеся по программе МГГ. Кроме марок, которые непосредственно дают представление о технике и методах исследований, в коллекции включают и некоторые цельные вещи — художественные маркированные конверты, посвященные, например, научным учреждениям, принимавшим участие в программе исследований. Этими материалами можно проиллюстрировать и географию таких научных учреждений.

Весьма обширно представлены в филателии различные области астрономии. Многие марки и конверты посвящены астрономическим обсерваториям, проводимым в них исследованиям и их современному техническому оснащению. На марках многих стран изображены великие астрономы прошлого —





Коперник, Галилей и другие. В этой портретной галерее представлены и наши выдающиеся соотечественники: А. А. Белополюский, Ф. А. Бредихин, В. Я. Струве, а также астрономы древнейших времен — Чжан Хэн (78—139 гг.), Сэн И-син (683—727 гг.) и другие. На марках можно видеть различные астрономические приборы, в том числе и древние. На марке, выпущенной в Китае в 1953 г., изображен, например, прибор для изучения небесной сферы, изобретенный в 1437 г. Таким образом, считается правомерным объединение в космической филателии всех филателистских материалов, относящихся как к космическим исследованиям, так и к астрономии. В них отражена вся история космической эры от запуска первого в мире советского искусственного спутника Земли до успешного полета многоместного космического корабля «Восход».

Филателия отразила большую подготовительную работу, которая велась в нашей стране, в целях осуществления полета первого человека в космос, и завершилась полетом Ю. А. Гагарина, а затем и его небесных братьев. Пожалуй, ни одно историческое событие не нашло такого широкого отображения в филателии, как полеты советских космонавтов.

Значительное место в космической филателии занимают материалы, отображающие программу исследований, проводимых с помощью искусственных спутников Земли, в частности спутников серии «Космос». Выпущены марки, на которых показано, как с помощью специальных спутников проводятся метеорологические наблюдения, осуществляется межконтинентальная радиосвязь и ретрансляция телевизионных передач. Хотя такие технические решения, как сборка и стыковка больших научных станций в космосе, развертывание на их борту физических лабораторий, астрономических обсерваторий, метеостанций и ретрансляторов, являются делом будущего, но уже сейчас появляются марки, с изображением подобных космических объектов.

Все, что посвящено истории возникновения и развития ракетной техники как материальной основы космических исследований, также относится к космической филателии.



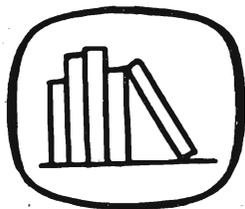
ЧТО ЧИТАТЬ ЛЮБИТЕЛЯМ КОСМИЧЕСКОЙ ФИЛАТЕЛИИ

1. Советский коллекционер, издание 1963 г. и № 2 1964 г.
2. Л. и М. Уильямс. Почтовая марка, ее

история и признание. Перевод с английского, Изд-во «Связь», 1964.

3. Я. Озолинъ. Спутник филателиста. Лат. гос. издат., 1964.

4. Н. Winkler. Astronomie für Briefmarken — Sammler. Leipzig.



КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

ТОНУЛА ЛИ АТЛАНТИДА?

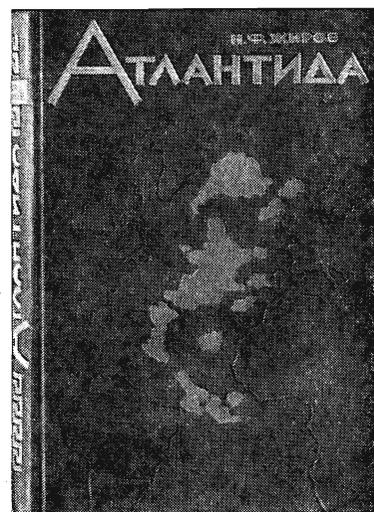
А. В. ИЛЬИН,
кандидат географических наук

Книга Н. Ф. Жирова «Атлантида»* — одно из многих сочинений, посвященных изучению проблемы «затонувшего» в Атлантическом океане материка.

Кратко останавливаясь на истории возникновения легенды Платона об Атлантиде, автор основное внимание уделяет рассмотрению геолого-географического аспекта проблемы. Ссылаясь на многочисленные литературные данные, Н. Ф. Жиров показывает незаурядную эрудицию в области ряда естественнонаучных дисциплин — геофизики, геологии, географии. По мере знакомства с книгой складывается впечатление, что она могла бы служить своеобразным учебным пособием для изучающих природу нашей планеты.

Однако все усилия автора направлены к одной цели — доказать возможность крупномасштабных геологических катастроф в историческое время. На этом пути он встречает немало трудностей. В самом деле, геология до сих пор не располагает фактами, которые позволили бы с уверенностью судить о крупных изменениях поверхности нашей Земли за столь короткие сроки. Все, что нам известно о катастрофических явлениях в тектонической жизни Земли, касается лишь ограниченных по площади районов. Ежегодно люди бывают свидетелями сильных землетрясений, узнают о возникновении новых вулканов. Гигантские волны цунами извещают нас о перемещениях земной коры в пределах дна океанов. Все это свидетельствует об активной внутренней жизни в недрах земного шара. Но как

* Н. Ф. Жиров. Атлантида. Основные проблемы атлантологии. М., Изд-во «Мысль», 1964, стр. 431, ц. 1 р. 70 к.



бы ни были грандиозны эти явления, они не приводят к коренным преобразованиям поверхности земного шара.

Наряду с подобными катастрофическими явлениями постоянно происходят незаметные для глаза медленные колебания земной коры. Известно, что за сравнительно непродолжительное историческое время на дно моря погрузились обширные участки прибрежной суши. В течение десятков лет подводные археологи извлекают со дна предметы материальной культуры, произведения искусства, наблюдают остатки монументальных сооружений. Правда, в каждом подобном случае необходимо еще выяснить, имело здесь место действительное погружение береговой линии или прибрежная суша оказалась под морем в результате повышения уровня океана. Известно, что в послеледниковую эпоху уровень океана прогрессивно повышался и в своих современных границах океан утвердился лишь около 5000 лет назад.

Вопрос о подводной Атлантиде Н. Ф. Жиров решает однозначно — погружением огромного массива суши на дно океана. Другого пути просто нет, ибо представить себе подобный масштаб эвстатических (связанных с изменением количества воды в океане) колебаний (2000—3000 м) невозможно.

Итак, 12 000 лет назад под уровень океана погрузился материк Атлантида. Это произошло, согласно реконструкции Н. Ф. Жирова (стр. 355), в районе Срединно-Атлантического хребта. Северная

граница материка находилась на широте Азорских островов, включая последние, а южная простиралась примерно до 30° северной широты. Н. Ф. Жиров поместил свою Атлантиду в восточной части хребта, что отвечало, по условиям Платона, местоположению этого материка. Погружение «в один день и одну ночь» носило катастрофический характер. Судя по приведенной карте, западная часть хребта к этому времени уже погрузилась (вероятно, в одну из предыдущих ночей) и остановилась в ожидании, когда произойдет опускание восточной половины хребта в соответствии с законами симметрии, по которым построен хребет. Следуя логике автора, ход этого процесса трудно представить иначе, ибо Срединно-Атлантический хребет — единое структурно-морфологическое образование.

Беспримерное катастрофическое погружение огромного материка должно было оставить определенные следы в морфологии дна океана. Однако по современным геологическим данным этот район мало чем отличается от других районов. Он входит в единую провинцию хребта, протягивающуюся через весь океан, и сохраняет преемственность строения от других соседних районов, оставшихся за пределами «Атлантиды».

Своеобразие района состоит лишь в существовании здесь ряда крупных подводных гор, часть из которых характеризуется плоской вершиной. Однако этот факт лишь усугубляет шаткость идеи катастрофического погружения. Известно, что для формирования плоских поверхностей подводных гор необходим очень длительный процесс волнового воздействия. Такие горы, получившие в морской геологии название гайотов, известны в Тихом океане и на опускание их до глубин порядка 2000 м понадобилось время по крайней мере с мезозоя.

Данные геофизических, главным образом сейсмических, исследований также не свидетельствуют о материковом строении района Атлантиды Н. Ф. Жирова. Здесь, подобно другим частям Срединно-Атлантического хребта, распространен не свойственный материкам тип земной коры. Коренные породы представлены преимущественно базальтами. Об этом говорят и образцы, поднятые с поверхности хребта разными исследователями. Поэтому неубедительно выглядят попытки автора приписать полученные в области хребта сейсмические скорости гранитам или уплотненным осадочным породам, свойственным материкам (стр. 254, 255). Впрочем в другом месте книги Атлантида рассматривается как базальтовый материк, единственный в своем роде, отличающийся от всех прочих стандартных материков. И в этом кроется причина ее скоростной гибели. Подобная противоречивость во взглядах не способствует уснению подлинной позиции автора и сбивает читателя с толку.

Теперь необходимо остановиться еще на одном весьма показательном факте, который не был учтен автором при создании своей реконструкции Атлантиды. Учти он его, тогда, возможно, и не пришлось бы заниматься столь кропотливым трудом. Этот факт касается накопления донных отложений. Известно, что дно океана покрыто более или менее мощным слоем рыхлых осадков, имеющих различный состав. Часть из них образуется в

результате приноса из прибрежных областей минеральных частиц течениями, ветром, льдами, водорослями и т. д. Другая часть образуется непосредственно в океане за счет отмирания мелких планктонных организмов. Среди последних наибольшим распространением пользуются мельчайшие организмы — фораминиферы, имеющие известковую раковину. Раковины отмерших фораминифер выстилают дно океана непрерывным ковром на огромных пространствах. В Атлантическом океане известковые осадки, главным образом глобигериновые илы, занимают 60% общей площади дна. Атлантида Н. Ф. Жирова находится в зоне распространения упомянутых илов.

Накопление донных отложений идет чрезвычайно медленно. Для глобигеринового ила, например, известные темпы накопления не превышают 2—4 см за 1000 лет. Следовательно, любая колонка грунта длиной 1—2 м уже сама по себе служит указанием на длительный период накопления осадков, исчисляемый многими десятками тысяч лет. В связи с этим следует отметить, что в пределах Атлантиды Н. Ф. Жирова были получены колонки грунта длиной от 3,5 до 5 м, свидетельствующие о сохранении глубоководной морской обстановки по крайней мере в течение сотен тысяч лет. Одна из них приходится как раз на «главное царство» Атлантиды и имеет длину более 3,5 м. В ней обнаружена четкая стратификация — смена донных отложений разного состава, свидетельствующая о постепенной смене условий осадконакопления в данном районе океана. По самым скромным подсчетам накопление 3,5 м осадка происходило не менее 100 000 лет. Но ведь наконецник грунтовой трубки не достиг основания рыхлого грунта — коренных пород! Следовательно, приведенную цифру можно еще значительно увеличить. Это не случайные данные, ибо по соседству с указанной колонкой получены другие, кстати более длинные, в которых в общем повторяются те же горизонты осадка.

Таким образом, становится ясно, что существование Атлантиды в обозначенном на карте Н. Ф. Жирова районе крайне неправдоподобно. Не больше оснований помещать Атлантиду и в любом другом месте Атлантического океана.

Но значение книги, по мнению автора, состоит не только в попытках показать возможность существования Атлантиды. Оно значительно шире. Атлантология призвана разрабатывать вопросы, связанные с «возможностью существования и гибели в разных океанах крупных участков суши и даже материков и проблемой расселения и развития человечества» (стр. 14).

Однако в свете таких задач остается неясной роль атлантологии как науки, ибо что может дать собственно атлантология, если существование и гибель участков суши в океане устанавливает морская геология и тектоника, а проблемами расселения и развития человечества ведают этнография и история.

В заключение необходимо заметить, что об Атлантиде следует, по-видимому, говорить лишь в геологическом смысле, а отнюдь не в историческом. От этого проблема Атлантиды не станет менее увлекательной и романтической. Но это уже будет не та Атлантида, существование которой пытался доказать в своей книге автор.

Книги 1965 года

В издательстве «Наука» в ближайшее время выходят из печати в серии «Результаты исследований по международным геофизическим проектам», публикуемой МеждудеPARTMENTственным геофизическим комитетом при Президиуме АН СССР, следующие книги:

Космические лучи, № 7. Статьи, помещенные в сборнике, излагают результаты исследований различных геофизических аспектов космических лучей на сети советских и зарубежных станций в период МГГ и в последовавшие за ним годы.

Ионосферные исследования, № 14. В сборнике рассматриваются процессы ионизации верхней атмосферы, ее химический состав, морфологические особенности ионосферных возмущений и т. п.

Ионосферные исследования, № 15. В сборнике рассмотрены последние результаты изучения процессов ионизации верхней атмосферы волновым излучением Солнца, вопросы морфологических ионосферных возмущений, дрейфов в ионосфере и др.

Океанологические исследования, № 14. В сборнике опубликованы статьи, посвященные гидро-

логической структуре Тихого и Атлантического океанов, биогеографии Тихого и Индийского океанов, рельефу дна и строению земной коры под океанами.

Океанологические исследования, № 15. В сборник включены работы по вертикальным и связанным с муссонами движениям вод, по гидрологии и метеорологии Тихого и Индийского океанов, по геологии, структуре грунтов и взвесям в Атлантике.

Исследование метеоров, № 1. В сборник включены статьи по наблюдению метеоров и их следов, методике определения направления и скорости дрейфа, по изучению малых метеорных роев; одна из статей посвящена проблеме Тунгусского метеорита.

М. М. Иванов. Магнитная съемка океанов. Оледенение Урала. Сборник.

Строение Черноморской впадины. Сборник.

Б. Л. Кащеев, В. Н. Лебединец, М. Ф. Лагутин. Метеорные явления в атмосфере Земли.

Научно-популярный журнал

«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Орган секции физико-технических и математических наук

Президиума Академии наук СССР

и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. гл. редактора доктор физ.-мат. наук И. А. ХВОСТИКОВ Ответственный секретарь Е. П. ЛЕВИТАН
Кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, доктор техн. наук А. А. ИЗОТОВ, кандидат физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ,
кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН, 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 геол.-мин. наук В. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, кандидат техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик
В. Г. ФЕСЕНКОВ

Художественный и технический редактор В. Ф. Ситникова

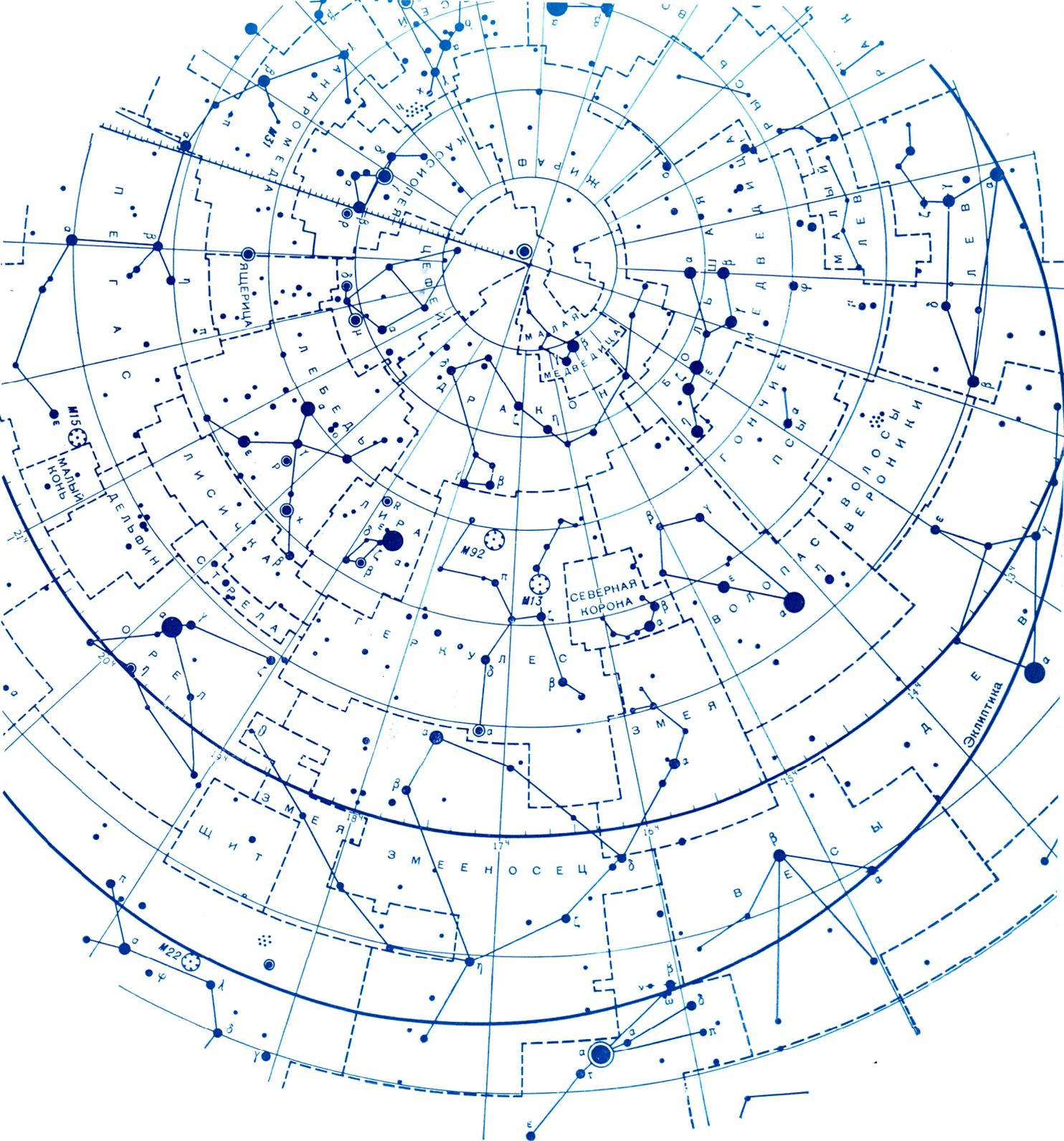
Адрес редакции: Москва, В-333, Ленинский пр., 61
Тел. АВ7-78-14, АВ7-67-09

T-06545

Подписано к печати 1/VI 1965 г. Тираж 20000 экз.

Заказ № 2208. Бум. л. 3. Формат бумаги 84 × 108¹/₁₆. Печ. л. 10,8 + 3 вклейки. Уч.-изд. л. 11,6

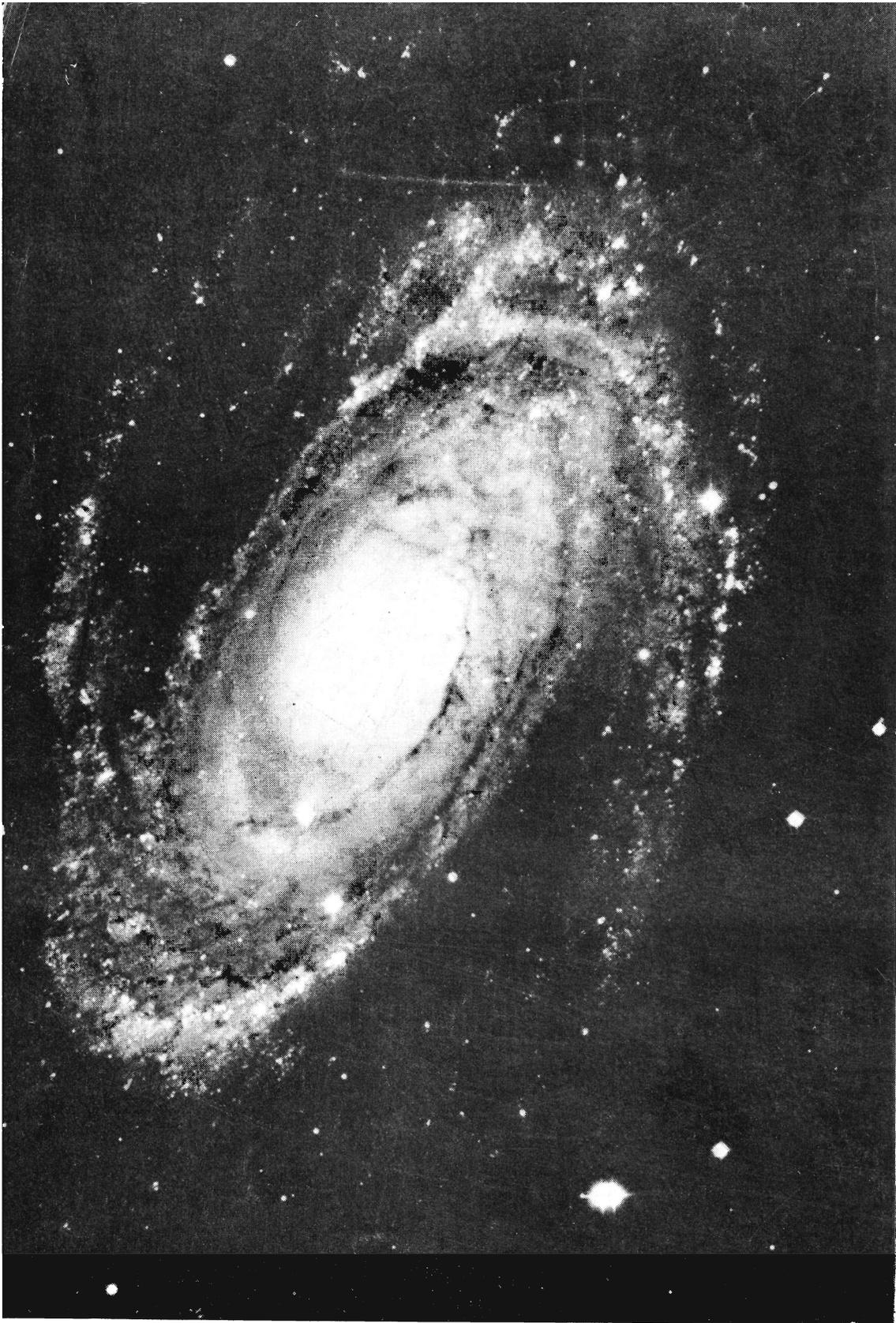
2-я типография издательства «Наука», Москва, Г-99, Шубинский пер., 10



Июль 1965 г.
Видимость планет

Меркурий виден по вечерам [созвездие Рака, а затем Льва]
 Венера видна с середины месяца по вечерам [созвездие Льва]
 Марс виден недолго вечером [созвездие Девы]
 Юпитер — начало утренней видимости [созвездие Тельца]

Сатурн виден во второй половине ночи [созвездие Водолея; 11 июля координаты планеты: прямое восхождение $23^{\text{h}} 16^{\text{m}}$, склонение $-6^{\circ}56'$]
 Уран виден в бинокль вечером [созвездие Льва; 11 июля координаты планеты: прямое восхождение $10^{\text{h}} 54^{\text{m}}$, склонение $+7^{\circ}47'$]



Цена 30 коп.

Индекс
70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»

Подписка на журнал «ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ» продолжается