

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

6

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

1965



ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

В НОМЕРЕ

В. Г. Фесенков — Космическое пылевое облако вокруг Земли	2
П. Ф. Чугайнов — Самые молодые звезды	10
В. Н. Жарков, В. Ш. Берикашвили — Проблемы сейсмических исследований на Луне	24
О. Л. Вайсберг — Полярные сияния	31
М. С. Малкевич — Спутниковая метеорология	31
Л. Н. Чирвинский — Метеориты как объекты религиозного почитания	36
У. Корлисс — Обнаружение жизни в Космосе	39
ЛЮДИ НАУКИ	
П. В. Мюрсепп — Бернхард Шмидт — выдающийся оптик XX века	45
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
И. К. Коваль — Изучение планет типа Земли	53
С. В. Немчинов — Динамика крупномасштабных атмосферных движений	56
Г. А. Скуридин, В. Д. Плетнев — На КОСПАРе в Аргентине	59
ПО ОБСЕРВАТОРИЯМ И ИНСТИТУТАМ	
И. Т. Зоткин — Метеоритные сети	63
ЭКСПЕДИЦИИ	
Г. Г. Воробьев — Чехословацкое тектитное поле	67
МЫСЛИ ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ	
И. Д. Ильевский — О преподавании школьного курса астрономии	72
Ю. Н. Клеветский — Совершенствовать структуру и содержание школьного курса	73
О. Ф. Енькова — Вопросы мироздания — основное содержание школьной астрономии	74
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
В. В. Мартыненко — Малая астрономия в Крыму	76
А. Д. Марленский — Видимость планет в 1966 году	83
ПОГОДА НАШЕЙ СТРАНЫ	
Л. Н. Стрижевский — Зима	86
КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ	
Я. Б. Гуревич — Космос на марках Чехословакии	90
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
Л. В. Самсоненко — Издательство «Мир» в 1966 г.	92
ТЕМАТИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1965 г.	94

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР



НОЯБРЬ—ДЕКАБРЬ

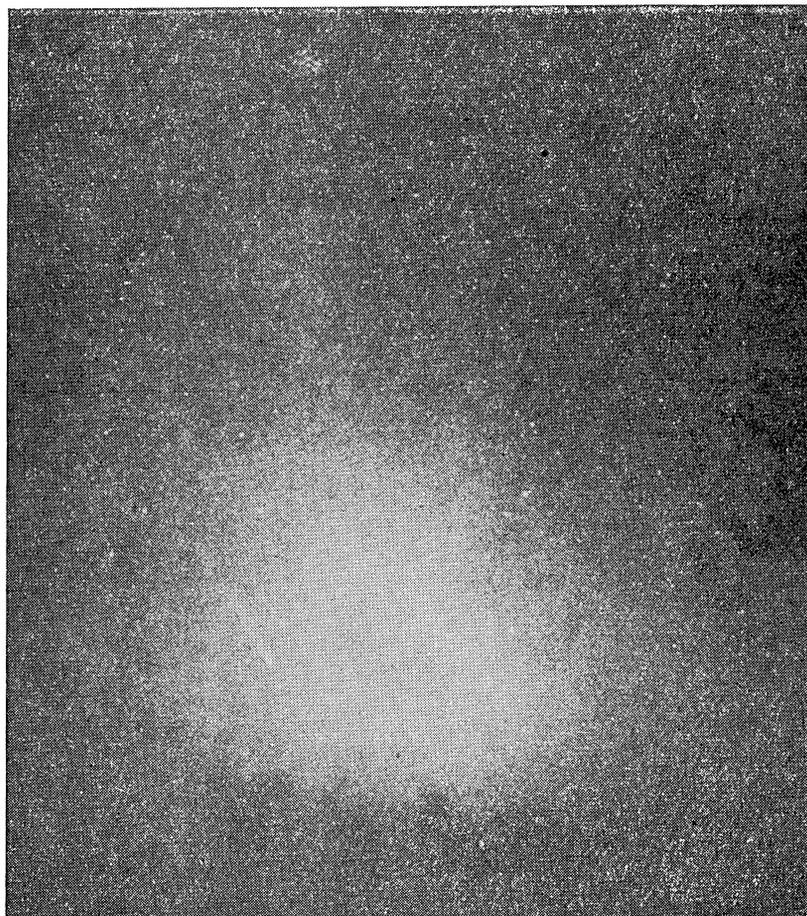
6 1965

ГОД ИЗДАНИЯ ПЕРВЫЙ

На обложке: 1-я стр.— Полярное сияние. Фото получено М. Л. Брагиным на ст. Лопарской около Мурманска.
2-я стр.— Наша планета из космоса. Снимок сделан советскими космонавтами.
3-я стр.— Карта вечернего звездного неба на 15 декабря (составлена на основе подвижной карты звездного неба А. Д. Марленского).
4-я стр.— 125-миллиметровый телескоп-рефлектор Крымской южной обсерватории. Фото Г. Волянского.

КОСМИЧЕСКОЕ ПЫЛЕВОЕ ОБЛАКО ВОКРУГ ЗЕМЛИ

*В. Г. ФЕСЕНКОВ,
академик*



Зодиакальный свет весной 1963 г. В верхней части снимка видно созвездие Плеяд, внизу с левой стороны комета Икея. Экспозиция 10 минут.
Фото Алана Макклэра

Еще древние египтяне обратили внимание на то, что после полного прекращения сумерек на ночном небе ясно выявляется световая полоса, расположенная вдоль эклиптики, т. е. вдоль зодиакальных созвездий, и быстро увеличивающая свою яркость по мере приближения к Солнцу. Однако изучение этого явления, получившего название зодиакального света, началось только на рубеже XVIII века, со времен Д. Кассини, основателя Парижской обсерватории. Фотометрические же наблюдения проводятся лишь с первых десятилетий нашего столетия.

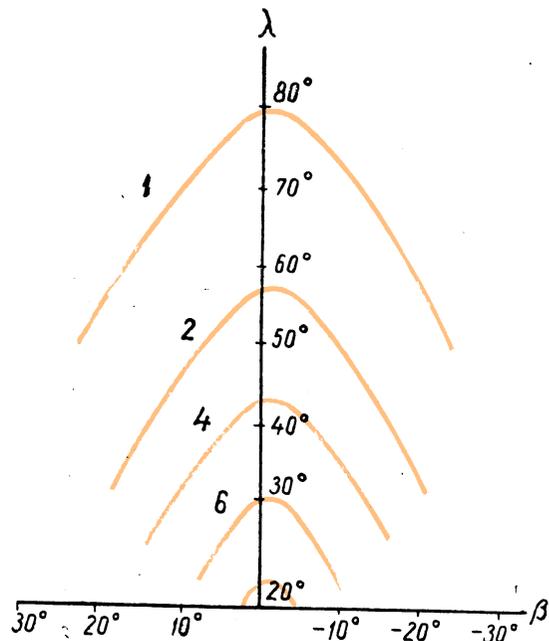
Определенно установлено, что зодиакальная полоса не смещается по отношению к эклиптике при перемещении наблюдателя на земной поверхности. Зодиакальный свет характеризуется непрерывным спектром без малейших признаков эмиссионных линий. Темные линии солнечного спектра (фраунгоферовы линии),

наблюдаемые в спектре зодиакального света, обладают в точности теми же контурами, как и в прямом солнечном спектре, без малейших признаков их расширения. Свечение зодиакальной полосы не показывает каких-либо колебаний в зависимости от солнечной активности. Наконец, зодиакальный свет оказался поляризованным до 20—25%, но гораздо меньше, чем это можно было бы ожидать в случае, если бы он был вызван рассеянием света в каком-либо облаке свободных электронов, окружающем Солнце. Все это, а также данные, полученные с космическими ракетами, привели к совершенно бесспорному выводу, что явление зодиакального света обусловлено рассеянием солнечного света в облаке космической пыли, окружающем Солнце и расположенном главным образом в плоскости эклиптики.

Каково происхождение этого космического облака? Можно легко показать, что мелкие пылевые частицы в солнечной системе, подвергаясь тормозящему действию солнечной радиации, должны довольно быстро, примерно за сто тысяч лет выпасть на Солнце. Частицы наиболее мелкие, размером в доли микрона, для которых световое давление значительно превышает силу солнечного тяготения, должны быстро покинуть солнечную систему и потому могут не приниматься во внимание. Если, однако, принять, что пылевое облако непрерывно пополняется извне и находится в стационарном состоянии в течение достаточно долгого времени, то из этого условия можно сделать вывод, что плотность его должна изменяться примерно обратно пропорционально расстоянию от Солнца. Расчеты распределения яркости вдоль плоскости эклиптики, сделанные на основе этого вывода, действительно очень хорошо совпадают с наблюдениями.

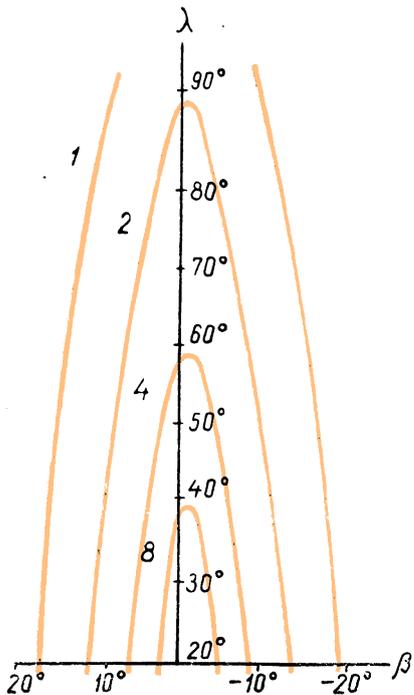
Все перечисленное здесь может служить предпосылкой для решения вопроса о природе и происхождении космического облака, заполняющего межпланетное пространство. Если состав его постоянно пополняется новым веществом, то спрашивается, каким образом и каким именно веществом? Известно, что в солнечной системе происходит непрерывное дробление астероидов, что ведет к образованию метеоритов и, конечно, значительного количества мелкой космической пыли. Однако этот процесс

идет чрезвычайно медленно и за сто тысяч лет не может произвести массу мелко распыленного вещества, наблюдаемого в пределах земной орбиты. Значит, прежде всего подобный механизм мало эффективен. Кроме того, при таком механизме образующееся космическое облако было бы чрезвычайно сплюснутым по отношению к эклиптике, вследствие чего, как показывают расчеты, зодиакальный свет отличался бы распределением яркости, совершенно не соответствующим действительности. Другое, гораздо более вероятное предположение состоит в том, что зодиакальный



Кривые равной яркости (изофоты) зодиакального света, полученные из наблюдений экспедиции АН СССР 1957 г. в Египте, Ассуане, Ливийской пустыне (система координат — эклиптическая. На изофотах нанесены значения интенсивности. То же и на других схемах)

свет поддерживается непрерывным распадом комет, главным образом периодических. Заметим, что возникающие при распаде комет метеорные потоки не имеют никакого отношения к метеоритам. В самом деле, даже при обильных метеорных



Теоретические изофоты, определяемые совокупностью астероидов

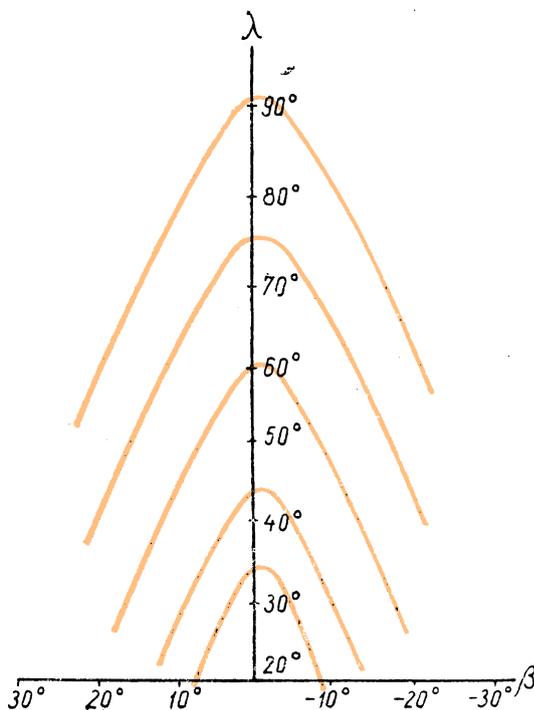
дождя никогда не выпадают отдельные метеориты, которые, следовательно, и не входят в состав кометных ядер.

Зная распределение орбит периодических комет по углам их наклонностей к эклиптике, можно рассчитать, какими изофотами должно отличаться наблюдаемое с Земли пылевое околосолнечное облако, если бы отдельные частицы его двигались по аналогичным орбитам. Оказывается, эти изофоты действительно весьма напоминают те, которые характерны для зодиакального света. Чтобы получить полное согласие, следует прибавить некоторое количество непериодических комет, движущихся по всевозможным орбитам как в прямом, так и в обратном направлениях.

Итак, по всей вероятности, зодиакальное космическое облако пылевой материи представляет собой продукт распада комет, т. е. совокупность множества метеорных потоков, среди которых есть сохранившие свою индивидуальность, а также распавшиеся полностью.

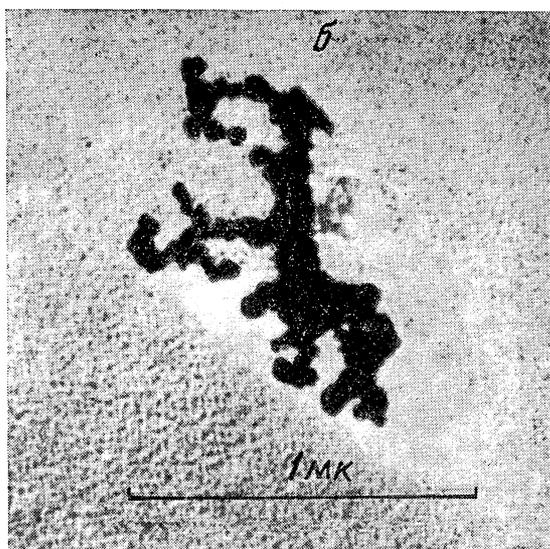
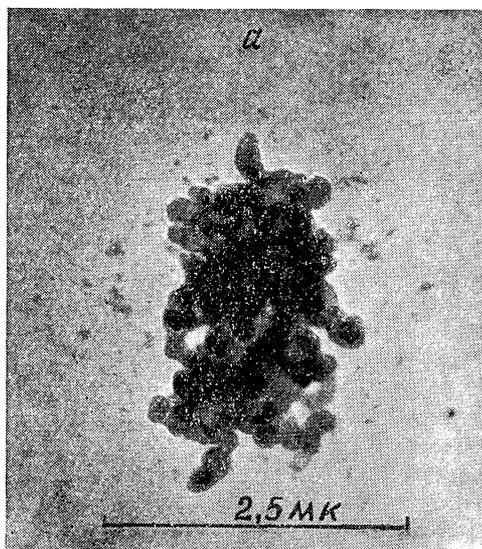
Заметим, что фотометрические расчеты изофот зодиакального света сравнительно

мало зависят от характера индикатрисы рассеяния* составляющих его пылевых частиц. Это обусловлено двумя причинами. Во-первых, поскольку космическое облако располагается вокруг Солнца, а наблюдатель, связанный с Землей, находится в стороне, луч зрения пронизывает рассеивающие элементы облака под разными углами между падающими и рассеянными лучами. Это производит значительное усреднение в свойствах индикатрис рассеяния и скрадывает их различие. Во-вторых, плотность пылевой материи довольно быстро убывает с расстоянием от Солнца, а это — главный фактор, определяющий световые особенности зодиакального облака. Тем не менее для точных расчетов яркости и степени поляриза-



Теоретические изофоты, определяемые продуктами распада периодических комет

* Индикатриса рассеяния — кривая, графически показывающая распределение интенсивности рассеянного света по азимутам.



Образцы микрометеоритов, собранных 6 июня 1961 г. в Новой Мексике между высотами 80—160 км с помощью ракет: а) ворсистый экземпляр, б) крайне неправильный экземпляр

ции необходимо знание подлинной индикатрисы рассеяния, которую практически невозможно определить из каких-либо теоретических соображений, но можно найти из наблюдений.

Частицы космической пыли, собираемые высотными ракетами на высоте около ста километров, имеют различную структуру. Это, во-первых, мелкие шарики, очевидно сдуваемые с расплавленной поверхности более крупных тел метеоритного характера, проникающих с большими скоростями в земную атмосферу. Они похожи на те, которые находятся в большом количестве в области метеоритных кратеров, а также в области падения Тунгусского метеорита. В значительном количестве — это также мелкие неправильной формы минеральные осколки размером в микроны. Кроме них присутствуют также крайне сложные ворсистые частицы со многими ответвлениями и, очевидно, такого же сложного минерального состава. Несомненно, что именно подобные частицы подвергались длительное время облучению в межпланетном пространстве космическими лучами и бомбардировке солнечными корпускулярными потоками,

а потому именно они скорее всего типичны для зодиакального облака.

Дальше будет показано, что совокупность такого типа космических частиц в высокой атмосфере производит заметное рассеяние света. Поэтому наиболее непосредственным методом для изучения их рассеивающих свойств было бы определение индикатрисы рассеяния при измерении яркости дневного неба автоматическими приемниками, установленными на ракетах. Эти измерения должны выполняться вблизи параллельного горизонту круга небесной сферы (альмукунтарата), проходящего через Солнце. На высоте около ста километров можно почти полностью пренебречь рассеянием света, производимым самой земной атмосферой.

Поскольку мы пока не получили подобных данных, можно попытаться в качестве первого приближения определить индикатрису рассеяния космических частиц, отождествляя их с высотными аэрозолями, доступными наблюдениям с земной поверхности. Как показала профессор Е. В. Пясковская-Фесенкова, индикатриса рассеяния, определяемая по фотометрическим сечениям дневного неба на альмукунтарате Солнца, относится всегда к эффективному слою, соответствующему высоте однородной атмосферы, т. е. примерно 8 км. Высота этого слоя, однако, растет, если производить фотометрические сечения выше Солнца, нахо-

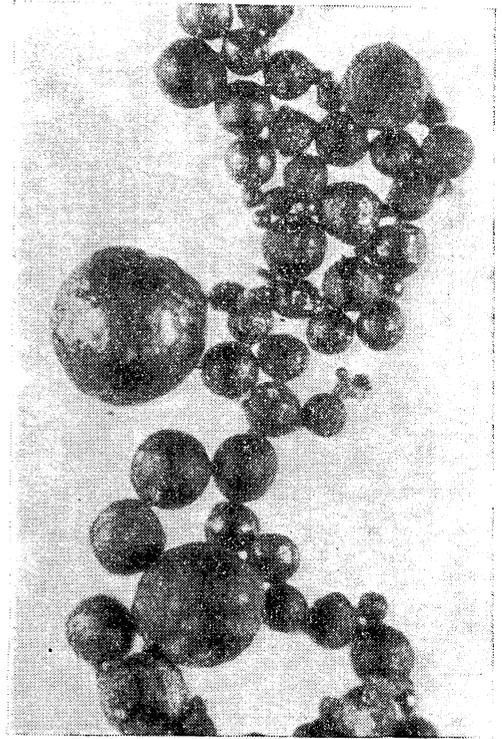
дющегося вблизи горизонта, и в пределе достигает 20 км.

Подобные индикатрисы при малых высотах Солнца получались Е. В. Пясковской-Фесенковой в различных условиях и, в частности, осенью 1957 г. в условиях необычной сухости и прозрачности атмосферы Ливийской пустыни в Египте. Освободив полученную таким путем индикатрису рассеяния от обычного молекулярного рассеяния, получаем индикатрису, характеризующую только пылевые частицы, которые могут в известной мере относиться к метеорному космическому веществу, непрерывно оседающему из более высоких атмосферных слоев. Подобная индикатриса была применена для интерпретации явлений зодиакального света и глубоких сумерек.

По яркости зодиакального света можно судить о плотности метеорной материи на большом расстоянии от Земли, если допустить, что частицы межпланетной среды распределяются по размерам таким же образом, как и метеорные частицы, встречающиеся с Землей. Эту величину можно сравнить с количеством метеорного вещества, которое непосредственно захватывает Земля из окружающего космического пространства. Оказалось, что вблизи Земли плотность космической пылевой материи на несколько порядков больше, чем в межпланетном пространстве на том же расстоянии от Солнца. Это полностью подтверждают данные ракетных полетов, показывающие, что Земля окружена пылевой оболочкой, плотность которой постепенно падает. На расстоянии около 100 000 км пылевая оболочка Земли сливается с общим фоном межпланетной материи.

Наблюдая сумеречные явления, можно обнаружить пылевую оболочку даже в низких и сравнительно плотных слоях атмосферы.

Известно, что первичные сумерки, производимые непосредственным рассеянием солнечного света в высоких слоях атмосферы, сильно искажаются рассеянием в более низких и плотных слоях тропосферы, что сильно затрудняет правильную интерпретацию сумеречных явлений. В Астрофизическом институте АН КазССР разработаны довольно точные методы анализа сумеречных явлений, позволяющие выделить в чистом виде эффект первичного рассеяния, связанный лишь с оптическими свойствами



Магнетитовые шарики, собранные в области падения Тунгусского метеорита. Увеличение в 55 раз

высоких атмосферных слоев. Применение этих методов позволило получить следующие результаты.

Даже при отсутствии заметных метеорных потоков ход яркости сумерек может быть удовлетворительно объяснен свойствами обычной атмосферы вплоть до эффективной высоты примерно 80 км, что соответствует погружению Солнца под горизонт на 10° . После этого, однако, яркость сумерек начинает падать гораздо медленнее. В этом проявляется наличие какой-то дополнительной составляющей, не связанной с атмосферой. Выяснилось, что на высоте около 85 км эта космическая пылевая составляющая дает лишь 0,4 общей яркости сумерек, но на высоте в 100 км она превосходит атмосферную составляющую уже в 5 раз, а на предельной доступной сумеречному методу высоте в 140 км — в 40 раз.

Таким образом, когда при погружении Солнца под горизонт больше чем на 10° , т. е. еще задолго до наступления полной

ночи, мы видим слабую сумеречную дугу, то она порождается не обычной атмосферой, а нижними, более плотными частями пылевой оболочки, окружающей земной шар.

Общее поглощение, производимое этой пылевой оболочкой, все же ничтожно мало (всего около 0,1%) и потому никак не влияет на оптические свойства атмосферы в условиях ясного дневного неба.

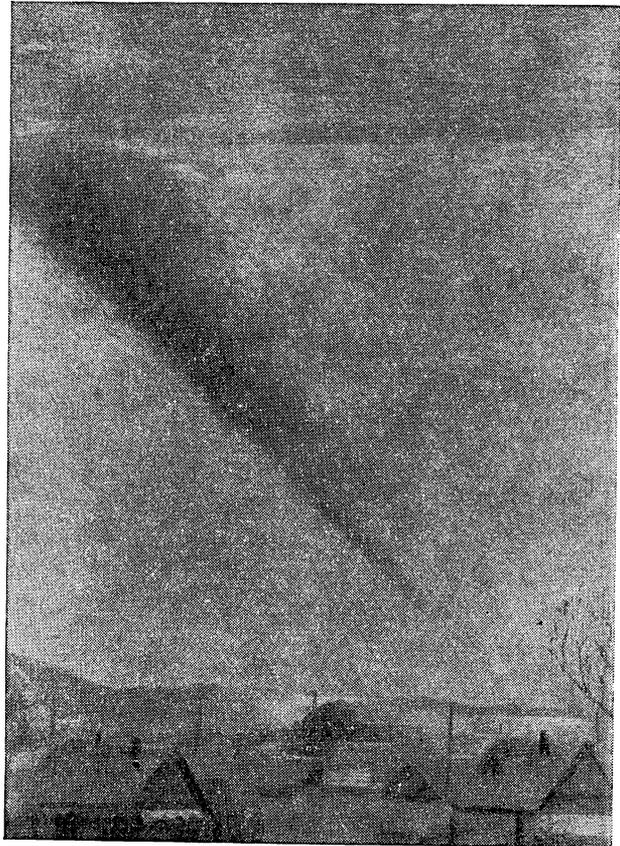
Все эти данные указывают на то, что наша Земля окружена протяженным пылевым облаком, вероятно метеорной природы, которое, возможно, далеко не однородно, хотя его плотность и убывает с расстоянием. Пылевые частицы, его составляющие, не могли быть выброшены с земной поверхности и даже, находясь на значительном расстоянии от Земли, не могли бы уйти в межпланетное пространство, так как давление солнечной радиации ничтожно мало в сравнении с ускорением силы земного тяготения. Даже при наиболее сильных вулканических извержениях огромная масса пепла и мелкораздробленных частиц, выбрасываемая в атмосферу, плавает иногда длительное время на высоте всего нескольких десятков километров, производя аномальные заревые явления, а затем постепенно оседает на земную поверхность. По этой же причине нельзя предполагать возможность выхода в межпланетное пространство каких-либо земных спор, которые могли бы затем попасть на другие планеты.

Зато постоянно наблюдается проникновение в атмосферу и выпадение на Землю различного рода космической материи, начиная с крупных метеоритов и даже астероидов и кончая мелкой пылью — микрометеоритами. Такие выпадения были и в древнейшие времена. Так, остатки падения огромного железного метеорита в виде большого количества магнетитовых шариков обнаружены Х. Вийдингом в разрезе скважины Виру Роэла в 1963 г. на глубине 324—326 м в низах кембрийских песчаников (Эстония). Это явление имело местный характер, поскольку в соседней скважине Паламус, на расстоянии в 54 км, ничего подобного не обнаружено. Давность этого падения с образованием многочисленного распыленного вещества определяется примерно в 550 млн. лет.

Известно также, что примерно 250 млн. лет назад около Претории (Южная Африка)

от удара настоящего астероида диаметром около 1,5 км возник огромный кратер, от которого до сих пор осталось так называемое кольцо Вердефорда диаметром около 50 км. В результате этого падения образовались не только наблюдаемые и теперь сверхуплотненные разновидности двуокиси кремния, но также и огромное количество раздробленного и распыленного вещества. Аналогичные отложения вещества метеоритного происхождения в виде магнетитовых шариков, осаждавшихся из атмосферы, отмечались также в мезозое и в нескольких местах в третичном периоде. В недавнее время возникли известные метеоритные кратеры — Аризонский (США), Каалярв (Эстония) и, наконец, на наших глазах — целое кратерное поле, образовавшееся в результате падения Сихотэ-Алинского дождя 12 февраля 1947 г.

Сихотэ-Алинский болид, 12 февраля 1947 г.



В еще большей степени засоряли земную атмосферу мелкой пылью и различными выделениями кометы. Примером может служить падение так называемого Тунгусского метеорита, представлявшего в действительности небольшую комету, которая взорвалась на высоте около 10 км после того, как была полностью заторможена в земной атмосфере. В отличие от метеоритов, тел гораздо большей плотности и потому достигающих земной поверхности с

ном происхождении можно было бы, наоборот, ожидать уменьшения роли ее с высотой, где атмосфера переходила бы к чисто газовому состоянию.

Происхождение околоземного пылевого облака еще совершенно неизвестно. Некоторые исследователи, например Фр. Уиппл, считают, что оно могло возникнуть от дробления лунной поверхности метеоритами, падающими на Луну с космическими скоростями. При колоссальных ударах и вместе

с тем при сравнительно малой скорости ускользания (2,38 км/сек) действительно легко себе представить, что заметная доля лунной раздробленной материи будет выброшена в пространство и попадет в сферу действия гораздо более массивной Земли. Заметим, между прочим, что подобное же происхождение считается весьма вероятным и для так называемых тектитов — стекловидных метеоритов, состоящих из отвердевшего расплава вещества, богатого кварцем, с многочисленными газовыми пузырьками внутри твердой массы. Очень плотные скопления тектитов, найденные в отдельных областях земного шара, — Австралии, Индонезии, Чехословакии и



Кратер диаметром 26 м, произведенный падением одной из частей Сихотэ-Алинского метеорита

остатками своей космической скорости, кометы полностью задерживаются на еще достаточно большой высоте и, интенсивно засоряя атмосферу, не производят никаких нарушений рельефа. Подобные явления происходят довольно редко и их эффект не может быть даже отдаленно сравним с постоянным выпадением мелкой космической пыли, которая оценивается примерно в 5000 т в год в расчете на всю земную поверхность.

В отношении происхождения космического пылевого облака особенно показательным наблюдаемое относительное увеличение аэрозольной составляющей в высоких атмосферных слоях, которая вызывает быстрое возрастание рассеяния света. При ее зем-

других, показывают, что они должны были попасть к нам с тела, расположенного сравнительно очень близко и, во всяком случае, не могли подобно обычным метеорным потокам двигаться длительное время в солнечной системе.

Другой возможный путь пополнения космического облака — торможение метеоров или микрометеоритов в окрестностях Земли или захват метеорного вещества. Как было уже показано, действительно, наряду с обычными метеорами, наблюдаемыми при резком торможении в атмосфере на высоте около 100 км, должно быть гораздо большее количество метеоров, которые просто пронизывают весьма протяженные слои земной атмосферы на гораздо больших вы-

сотах и снова выходят в межпланетное пространство, причем их гиперболические (по отношению к Земле) орбиты превращаются в эллиптические, по большей части весьма вытянутые и сильно изменяемые лунным притяжением. Такие метеорные тела могут в течение длительного времени обращаться вокруг Земли, постепенно пополняя ее пылевую оболочку. Чисто количественная проверка подобных соображений еще до сих пор не выполнена.

Возможно, наконец, что существенной причиной торможения космических частиц, встречающихся с Землей на больших расстояниях от ее поверхности, может служить околоземной радиационный пояс, представляющий своеобразную ловушку для частиц солнечных корпускулярных потоков. Вследствие фотоэффекта при облучении коротковолновой солнечной радиацией и вследствие прямого попадания на метеорные частицы космических лучей, производящих заметную эрозию их поверхностей, межпланетная пыль должна иметь значительный электрический заряд. Проходя через радиационный пояс Земли на расстоянии в десятки тысяч километров от ее поверхности, электрически заряженные частицы могут испытывать заметное торможение, чтобы превращаться на длительное время в спутников Земли и входить в состав земного пылевого облака.

Было бы крайне интересно применить чисто оптические методы к изучению строения пылевого облака и характера распределения его вокруг Земли. Существование его, во всяком случае, определяет земную компоненту в явлении зодиакального света. Можно примерно рассчитать, исходя из некоторых вероятных предположений о его строении, какие оптические явления возникают при этом.

Представим себе, например, что поверхности одинаковой плотности земного пылевого облака имеют вид эллипсоидов вращения, симметричных по отношению к плоскости эклиптики (а не земного экватора), причем степень сжатия сравнительно быстро увеличивается с расстоянием от Земли. По-видимому, подобный вид это облако должно принять в результате непрерывного воздействия на него солнечной радиации. Земной наблюдатель сможет у такого облака выявить следующие основные особенности. При вертикальном расположении

эклиптики яркость ночного небесного свода будет в точности симметрична, но максимум ее явственно сдвигается по азимуту при косых наклонностях и именно в сторону меньшего угла наклона эклиптики к горизонту. Следовательно, этот эффект будет иметь противоположный характер для наблюдателей, располагающихся в разных полушариях, и может быть легко обнаружен.

Далее, в противоположность обычному зодиакальному свету, интенсивность свечения земного пылевого облака в какой-либо точке небесного свода оказывается весьма мало зависящей от углового расстояния от Солнца и определяется преимущественно характером индикатрисы рассеяния пылевых частиц. Наконец, подобное свечение отличается несколько повышенной степенью поляризации.

Все эти особенности позволят выделить земную компоненту зодиакального света, если соответствующие наблюдения будут производиться одновременно в разных полушариях Земли.

Очередная задача сейчас — определение формы и структуры земного пылевого облака, нижняя часть которого выявляется наблюдениями глубоких сумерек. Как уже указывалось, для дискуссии наблюдений желательнее определить соответствующую индикатрису рассеяния с помощью высотных ракет.

Сюда относится также проблема окончательного выяснения природы противосияния — эллиптического мутного пятна размером примерно $6 \times 10^\circ$, наблюдаемого при благоприятных обстоятельствах в стороне, противоположной Солнцу, и отличающегося совершенно непрерывным спектром. Оно обладает, по-видимому, параллактическим смещением в зависимости от величины часового угла, как отмечалось некоторыми исследователями (И. С. Астапович, Д. А. Рожковский), но полной уверенности в этом нет вследствие крайне размытого характера объекта наблюдения. Одновременные наблюдения противосияния в разных полушариях Земли могли бы показать реальность его параллактического смещения и, таким образом, окончательно подтвердили бы его связь с земным пылевым облаком, которое, подобно хвостам комет, может быть вытянуто в сторону, противоположную Солнцу.

САМЫЕ МОЛОДЫЕ ЗВЕЗДЫ

П. Ф. ЧУГАЙНОВ

С давних времен астрономам известно, что блеск некоторых звезд может быстро и внезапно изменяться. Число объектов, у которых наблюдаются или наблюдались такие изменения (чаще всего вспышки), велико: новые и сверхновые, новоподобные, вспыхивающие звезды, переменные звезды Т-ассоциаций и некоторые другие.

За последние годы получены интересные наблюдательные и теоретические данные о вспыхивающих звездах и переменных звездах Т-ассоциаций.

ВСПЫХИВАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ

Вспыхивающие звезды или звезды типа UV Кита характеризуются внезапными вспышками продолжительностью от нескольких минут до часа.

Хотя этих звезд известно сейчас всего 11, общее число их в Галактике должно быть очень большим, около миллиарда. Их открыто так мало потому, что это звезды-карлики очень малой светимости.

Средняя частота появления вспышек составляет около одной вспышки за 10—30 часов. Не обнаружено периодичности или цикличности появления вспышек. Каждая из них, по-видимому, является случайным процессом.

Обычно не бывает никаких «предвестников» вспышки. В промежутках между вспышками блеск звезды чаще всего постоянен. Только в случаях наиболее сильных вспышек было замечено небольшое увеличение блеска, «предвспышка», предшествующая на несколько минут вспышке.

На рис. 1 показана фотоэлектрическая запись вспышки YZ Малого Пса, принадлежащей к типу UV Кита.

Можно определить полную энергию, излучаемую вспышками звезд типа UV Кита в оптическом диапазоне. Она оказалась равной 10^{31} — 10^{34} эрг. Эта величина позволяет оценить масштаб явления и сравнить его с другими космическими процессами, носящими характер взрыва. Например, полная энергия взрыва сверхновой около 10^{49} эрг, вспышки новой — около 10^{45} эрг, хромосферной вспышки на Солнце— 10^{29} — 10^{31} эрг. Таким образом, по своей мощности вспышки звезд типа UV Кита наиболее близки к хромосферным вспышкам, но все же превосходят их в сотни и тысячи раз.

В нормальном состоянии (вне вспышки) у звезд типа UV Кита на фоне спектра звезды-карлика класса M видны линии излучения водорода, кальция, нейтрального железа и гелия. Температура, оцененная по ширине водородных линий, оказалась около $14\,000^\circ\text{K}$. Плотность этой горячей газовой оболочки, дающей спектр излучения, по-видимому, не превышает 10^{12} атомов/см³. По своим свойствам газовая оболочка звезд типа UV Кита близка к солнечной хромосфере.

Спектр UV Кита во время вспышки был сфотографирован в 1949 г. А. Джоном и М. Хьюмасоном. Оказалось, что линии водорода по сравнению с линиями кальция усилились и расширились, появились линии ионизованного гелия, значительно усилилась интенсивность ультрафиолетового

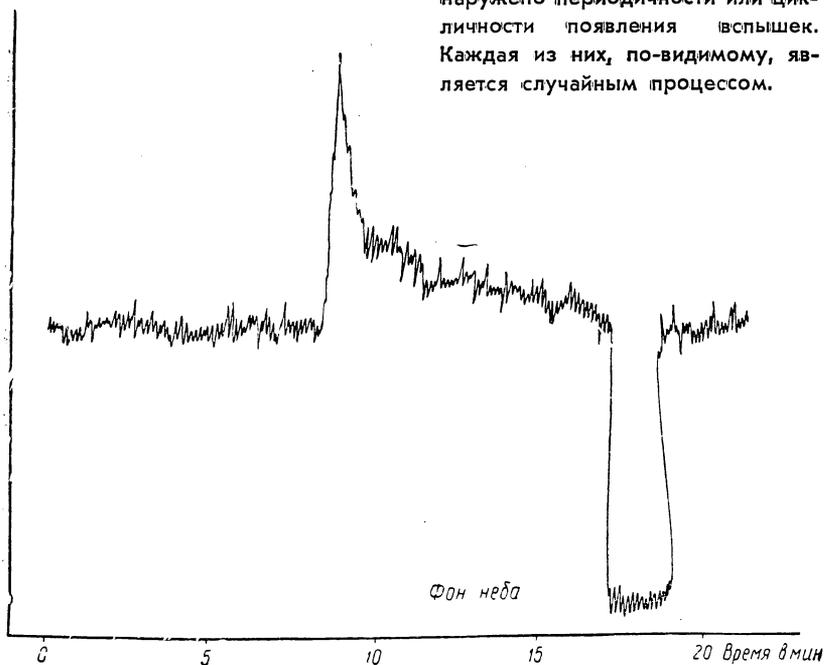


Рис. 1. Световая кривая вспышки YZ Малого Пса (наблюдения автора)

участка спектра. Общий характер изменений спектра сходен с особенностями спектра хромосферных вспышек.

В последние годы для изучения вспыхивающих звезд стали применяться радиотелескопы. Б. Ловелл на 76-метровом радиотелескопе обсерватории Джодрелл Бэнк в Англии и О. Сли на австралийском 65-метровом радиотелескопе непрерывно по много часов ведут слежение за одной из вспыхивающих звезд. Параллельно проводятся оптические наблюдения той же звезды, в которых принимают участие также Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР и другие советские обсерватории.

Эти наблюдения позволили установить еще одно сходство вспышек звезд типа UV Кита с хромосферными вспышками. Обнаружено, что в моменты вспышек возникает мощное радиоизлучение. Отличие, однако, состоит в том, что в случае звезд типа UV Кита отношение энергии, излучаемой вспышкой в радиодиапазоне, к энергии, излучаемой в оптическом диапазоне, приблизительно в тысячу раз больше, чем у хромосферных вспышек.

Теория вспышек звезд типа UV Кита еще только начинает развиваться. Сотрудником Крымской астрофизической обсерватории АН СССР Р. Е. Гершбергом предложена модель, согласно которой при вспышке звезда выбрасывает расширяющееся облако горячего оптически прозрачного газа. С помощью этой модели удалось объяснить некоторые особенности вспышек звезд.

Вероятно, большую роль в свечении вспышки может играть синхротронное излучение, т. е. излучение релятивистских электронов в магнитном поле. Это впервые было указано И. М. Гордоном. Релятивистские электроны могут давать излучение во всем спектре частот, но особенно су-

ществен их вклад в радиоизлучение; только синхротронный механизм может, по-видимому, объяснить наблюдаемое во время вспышки высокое отношение радиоизлучения к оптическому.

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ Т-АССОЦИАЦИЙ

Неправильные переменные звезды типа RW Возничего в большинстве своем образуют ярко выраженные пространственные группировки — Т-ассоциации. Наиболее детальные исследования Т-ассоциации проведены П. Н. Холоповым. Согласно его работам,

диаметры Т-ассоциаций составляют от 3 до 10 парсек. Число звезд в каждой из них — от нескольких единиц до нескольких сотен; причем часто звезды связаны с диффузными туманностями. По современным представлениям Т-ассоциации — это группы недавно возникших звезд. Их возраст не превышает 10^8 лет (рис. 2).

Среди переменных типа RW Возничего имеется группа звезд типа Т Тельца, выделенная в 1945 г. А. Джоем в результате спектральных наблюдений. А. Джой обнаружил, что спектры этих звезд имеют ряд характер-

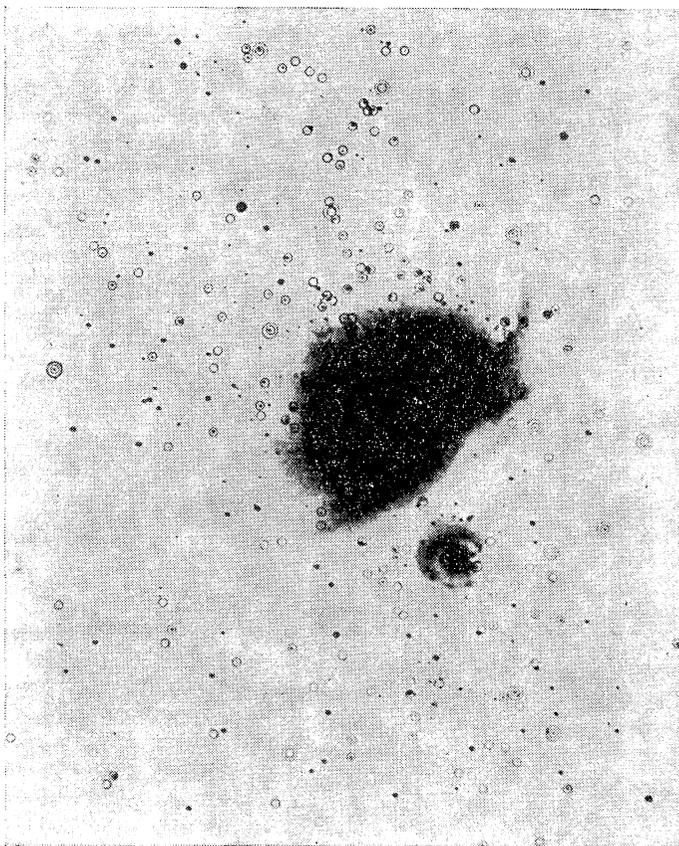


Рис. 2. Ассоциация в Орионе. Одиночными кружками отмечены звезды типа RW Возничего, двойными — вспыхивающие звезды Аро (фотография получена Л. Розино и А. Чианом)

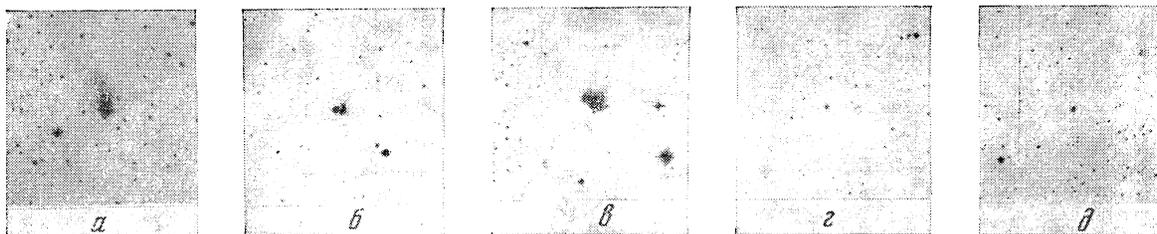


Рис. 3. Звезды типа Т Тельца, окруженные светлыми туманностями: а — RY Тельца, б — Т Тельца, в — НК и Н1 Тельца, г — LKN_α 120, д — AS 209. Масштаб фотографии 30''/мм [Паломарский атлас неба]

ных особенностей. На непрерывный спектр и спектр поглощения звезды спектрального типа G—K накладываются яркие линии водорода, кальция, нейтральных и ионизованных металлов.

Некоторые из звезд типа Т Тельца окружены маленькими светлыми туманностями, чаще всего переменными. По форме они иногда напоминают комету, в «голове» которой находится переменная звезда (рис. 3). Например, Т Тельца окружена переменной туманностью с угловыми размерами около 10''. Рядом с ней находится туманность, имеющая форму серпа, поперечником 4''.

Вообще звезды типа RW Возничего довольно разнообразны по своим свойствам. Некоторые, как, например, RW Возничего, имеют спектр, характерный для звезд типа Т Тельца, но не связаны с туманностями. Другие имеют нормальный спектр, в котором присутствует только одна яркая линия водорода H_α. Часто из-за слабости блеска звезды получить спектрограмму не удастся, и отнести ее к типу RW Возничего можно только на основании кривой блеска.

Кривые блеска некоторых звезд типа RW Возничего показаны на рис. 4. Характерное время изменения блеска составляет не-

сколько дней, амплитуда — одна-две звездные величины.

В результате специальных поисков среди переменных, принадлежащих Т-ассоциациям, Аро выделил несколько звезд с наиболее быстрыми изменениями блеска. Время вспышки у них составляет около часа. Эти звезды очень похожи на вспыхивающие типа UV Кита, но в отличие от них имеют гораздо большую светимость.

Наличие ярких линий в спектрах звезд типа Т Тельца свидетельствует о том, что они окружены оболочками, напоминающими солнечную хромосферу, но значительно более мощными. Плотность оболочки для разных звезд заключена в пределах 10⁹—10¹¹ атомов/см³.

Контуры ярких линий показывают, что в оболочках происходят движения сгустков газа со скоростями 100—200 км/сек. В одних случаях было найдено, что газ движется от звезды, в других, наоборот, что он выпадает на ее поверхность. Поскольку значение параболической скорости для этих звезд того же порядка, что и наблюдаемые скорости газа, можно предполагать, что у них происходит интенсивная потеря массы. Недавно этот вопрос был изучен Л. Кухи. По шести звездам, окруженным маленькими туманностями, было найдено, что средняя

величина потери массы составляет около одной десятиллионной доли массы Солнца в год. Следовательно, если допустить, что скорость потери массы постоянна, то время существования этих звезд, имеющих массы, близкие к массе Солнца, не превышает 10 млн. лет.

Массы оболочек звезд, изученных Л. Кухи, заключены в пределах 10⁻¹¹—10⁻⁹ массы Солнца. Зная массу оболочки и скорость ее потери, можно определить время, за которое вещество в оболочке полностью обновляется. Оно составляет от 1 до 0,06 дня. Было бы интересно связать эту величину со скоростью изменения блеска звезды. Это показало бы, является ли процесс выброса массы в оболочку дискретным или непрерывным.

Например, у Т Тельца, согласно Л. Кухи, время замены вещества в оболочке составляет всего 0,06 дня. Блеск ее на протяжении последних лет почти не изменяется. По-видимому, у этой звезды происходит непрерывный стационарный выброс вещества.

У RW Возничего часто наблюдаются вспышки и ослабления блеска. Сопровождающие эти явления изменения спектра проследили в 1962 г. Е. К. Харадзе и Р. А. Бартая на Абастуманской астрофизической обсерватории. 24 ноября, когда звезда была в максимуме блеска, яркие линии в ее спектре ослабли, а линии поглощения усилились. Распределение энергии в спектре соответствовало нормальной звезде типа

Ф6. Перед максимумом и после него яркие линии и непрерывное излучение за пределом водородной серии были относительно более сильными. Е. К. Харадзе и Р. А. Бартая пришли к выводу, что во время вспышки RW Возничего происходит освобождение энергии в фотосферных слоях, дающих непрерывное излучение. Небольшая часть энергии, по их мнению, освобождается в верхних слоях атмосферы и дает излучение в ярких линиях и за пределом водородной серии. Заметим, что полученные результаты можно объяснить несколько иначе. Предположим, что при вспышке происходит дискретный (а не непрерывный) выброс вещества,

делающий оболочку звезды непрозрачной. Этим тоже можно объяснить наблюдавшееся усиление непрерывного спектра и линий поглощения.

О МЕХАНИЗМЕ ВСПЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ ЭРУПТИВНЫХ ЗВЕЗД

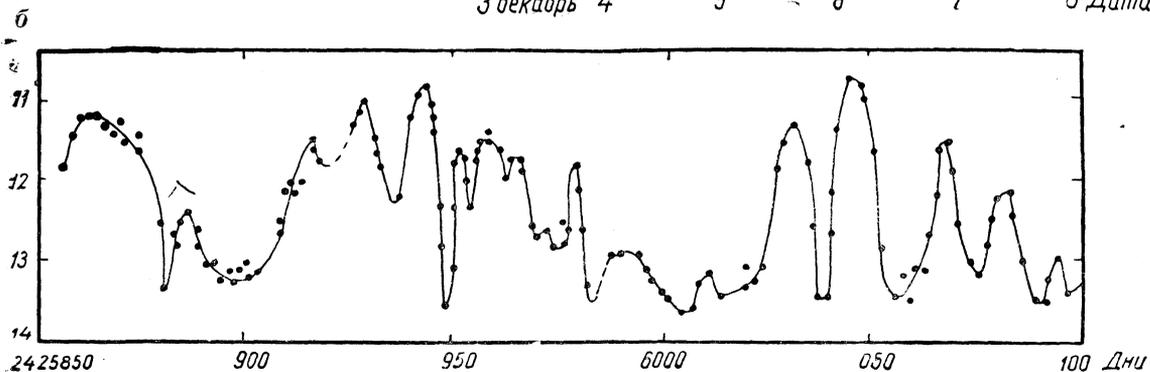
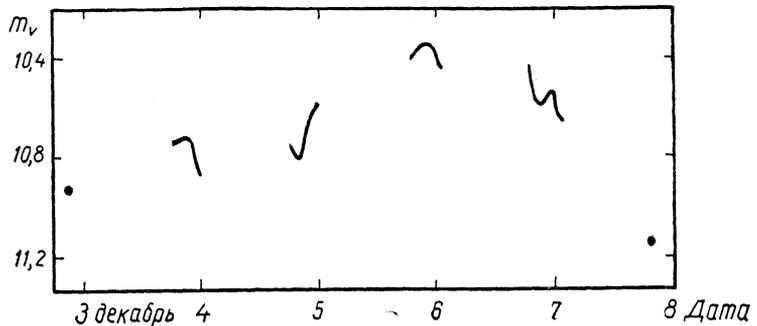
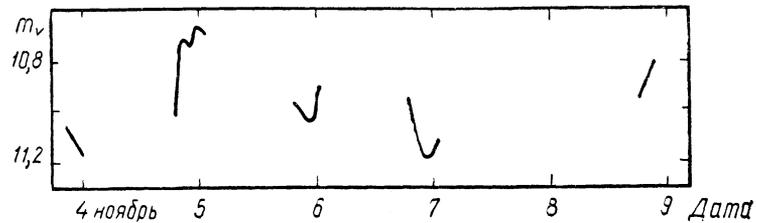
Какова же причина возникновения горячей разреженной оболочки у звезды типа Т Тельца?

Механизм флюоресценции разреженного газа под воздействием ультрафиолетового излучения звезды, действующий в оболочках звезд Ве, планетарных и диффузных туманностях, вряд ли применим. Дело в том, что температу-

ры поверхностей звезд, находящихся, например, внутри планетарных туманностей, свыше 50 000°. Звезды типа Т Тельца обладают значительно меньшей поверхностной температурой, а потому их ультрафиолетовое излучение должно быть очень слабым.

Наблюдения и теория свидетельствуют, что звезды типа Т Тельца представляют собой начальную стадию эволюции звезд. Их возраст, по-видимому, очень мал, и процесс их формирования еще не закончился. Можно поэтому предполагать, что по своему внутреннему строению и механизму переноса энергии из внутренних слоев они отличаются от обычных звезд.

Рис. 4. Кривые блеска: а — RW Возничего по наблюдениям автора и Г. В. Зайцевой 1961 г.; б — RR Тельца в 1929—1930 гг. по наблюдениям членов Американского Общества наблюдателей переменных звезд, обработанным Л. Кемпбеллом



По современным представлениям звезды возникают путем конденсации межзвездной среды, состоящей из пыли и газа. Недавно Ч. Хаяши рассмотрел внутреннее строение и эволюцию сжимающихся протозвезд с массами от $2 M_{\odot}$ до $0,05 M_{\odot}$. Им было показано, что в начальной стадии эволюции перенос энергии из внутренних слоев определяется в основном конвекцией. Затем у звезды появляется радиативное ядро, т. е. становится существенным лучистый перенос энергии. Продолжительность пребывания звезды в конвективной стадии зависит от ее массы, составляя 10^4 лет для массы $2 M_{\odot}$ и 10^6 лет для массы $0,6 M_{\odot}$. При массах меньше $0,26 M_{\odot}$ звезда всегда остается полностью конвективной. При конвективном переносе энергии в атмосфере или внутри звезды непрерывно поддерживаются условия возникновения устойчивых движений отдельных ячеек газа.

Роль переноса энергии конвекцией в «нормальных» звездах обычно невелика. Так, на Солнце конвекцией переносится приблизительно 0,1% общего выхода энергии. Объясняется это тем, что «нормальные» звезды находятся в состоянии лучистого равновесия, и энергия переносится в основном лучеиспусканием. Конвективная зона на Солнце находится вблизи поверхности и имеет небольшую протяженность. У звезд-карликов спектральных типов F—M конвективная зона должна быть более протяженной, охватывая в случае M-звезд почти всю звезду.

Рассмотрим наблюдательные факты, подтверждающие теорию Ч. Хаяши. На рис. 5 дана диаграмма Герцшпрунга — Рессела (Г—Р), т. е. зависимость между температурой и светимостью для разных звезд. На диаграмме нанесена главная последовательность, образуемая «нормальными» звездами, процесс формирования

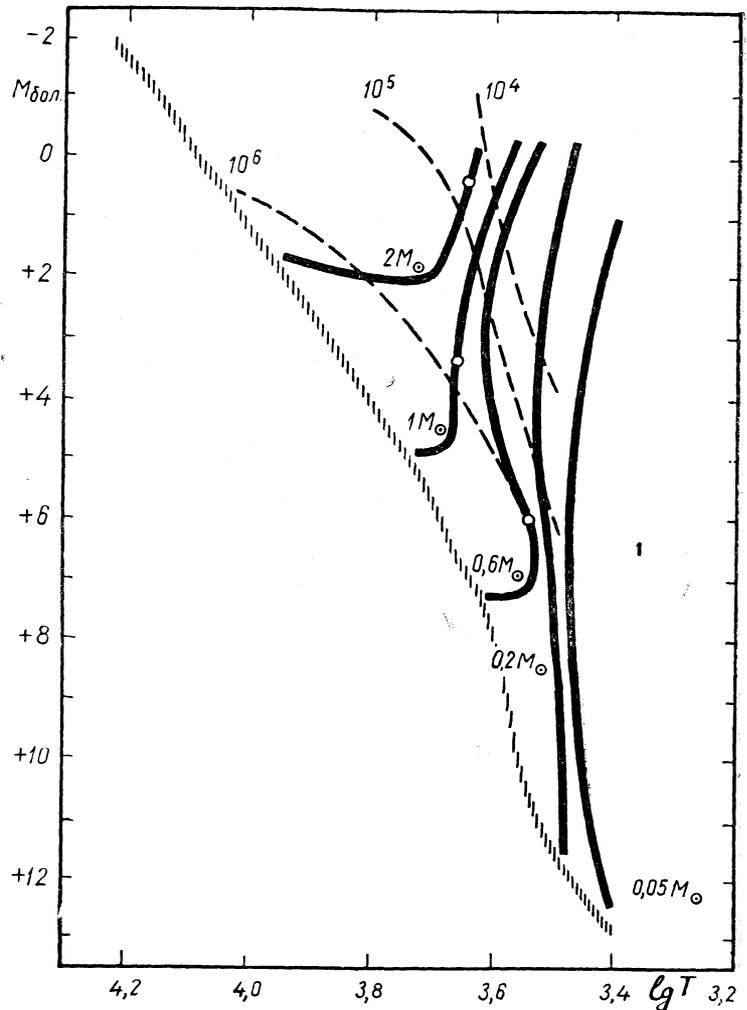


Рис. 5. Диаграмма Герцшпрунга — Рессела. Вертикальными черточками отмечено положение главной последовательности. Сплошными линиями показаны эволюционные треки протозвезд (по теории Ч. Хаяши), причем на них кружочком отмечено окончание конвективной стадии. Штриховые линии показывают, до какого положения проэволюционируют протозвезды за промежутки времени 10^4 , 10^5 и 10^6 лет

которых закончился, и эволюционные треки звезд с различными массами (согласно теории Ч. Хаяши). Звезды, находящиеся в конвективной стадии, лежат выше и правее главной последовательности.

Как будет выглядеть диаграмма Г—Р для недавно образовавшегося скопления звезд или ассоциации? Поскольку эволюция более массивных звезд происходит быстрее, они раньше пройдут конвективную стадию и «сядут» на



САМЫЙ МОЛОДОЙ ИСТОЧНИК КОСМИЧЕСКИХ РАДИОВОЛН

Радиоисточник «1934-63», пока еще не имеющий специального названия, в последнее время привлекает внимание ученых. В 1963 г. этот объект был исследован американским радиоастрономом Дж. Болтоном и его сотрудниками. Отличительная особенность радиоисточника — малые угловые размеры, откуда следует, что и линейные размеры этого сравнительно сильного источника должны быть малы.

В 1965 г. профессор И. С. Шкловский опубликовал результаты сделанных им расчетов векового изменения потока и спектра радиоизлучения источ-

ника «1934-63» («Астрономический журнал», 1965, т. XLII, вып. I). По мнению И. С. Шкловского, «возраст» источника «1934-63» — вряд ли больше 100 лет. (Здесь под «возрастом» подразумевается время, прошедшее с момента выброса из малых пространственных областей, например, ядер галактик ныне расширяющегося облака релятивистских частиц.) Если это так, то линейные, а следовательно, и угловые размеры источника «1934-63» должны довольно быстро меняться. По этой причине будет меняться мощность потока радиоизлучения и частота максимума спектрального распределения мощности. Даже если возраст 100 лет не является точным, это не изменит основного вывода И. С. Шкловского: источник «1934-63» очень молод, поэтому вековое уменьшение мощности его потока радиоизлучения происходит очень быстро и вполне может быть обнаружено специально поставленными точными наблюдениями.

Источники типа «1934-63», как полагает И. С. Шкловский, представляют собой весьма раннюю стадию развития квазизвездных объектов, возникающих после взрывов огромной мощности. Ско-

рее всего такие взрывы периодически повторяются, причем радиоизлучение от нескольких десятков или даже сотен более «старых» и протяженных облаков может в ряде случаев также наблюдаться у некоторых источников. В таких случаях интегральный спектр радиоисточника может иметь два максимума, причем «высокочастотная» составляющая будет сравнительно быстро (например, в течение нескольких лет) «гаснуть».

Отсутствие оптического излучения у источников типа «1934-63» скорее всего объясняется поглощением света в расширяющейся, очень плотной газовой оболочке, выброшенной вместе с релятивистскими частицами во время взрыва. Когда в процессе расширения оболочка станет достаточно тонкой, через нее начнет проходить оптическое излучение центральной области и квазизвездный объект станет наблюдаемым.

Интересно подтвердить наблюдениями теоретические предсказания И. С. Шкловского для источника «1934-63» и предпринять систематические поиски подобных объектов.

Л. И. МИРОШНИЧЕНКО

главную последовательность. Поэтому можно ожидать, что более яркие и горячие звезды будут лежать приблизительно на главной последовательности, а остальные — выше и правее ее. Именно такой вид имеют диаграммы Г—Р ассоциаций. Звезды типа Т Тельца лежат выше и правее главной последовательности, т. е. по своему положению совпадают со сжимающимися протозвездами Ч. Хаяши. Таким образом, рассмотрение диаграммы Г—Р ассоциаций подтверждает теорию Ч. Хаяши и вместе с тем приводит к взгляду на звезды типа Т Тельца, как на звезды, находящиеся в состоянии конвективного равновесия.

Это, по-видимому, позволяет понять, почему эти звезды с низкой поверхностной температурой окружены горячими оболочками.

Конвективные движения можно, по-видимому, считать источником нагрева верхних слоев атмосферы звезды. Этот механизм ранее уже рассматривался М. Шварцшильдом и Л. Бирманом применительно к нагреву солнечной хромосферы и короны. Они показали, что движущаяся вблизи поверхности звезды гранула создает возмущение, которое в виде акустической волны распространяется в хромосферу и корону. Вначале скорость распространения волны меньше скорости звука в плотных слоях звезды. Здесь волна не теряет энергию. При переходе в менее плотные слои (в случае Солнца при плотности 10^{11} атом/см³) движение становится сверхзвуковым и волна затухает, нагревая газ.

Теория Ч. Хаяши позволяет

также понять причину сходства между звездами Т Тельца и UV Кита, на которое указывали многие наблюдатели. И те, и другие, согласно Ч. Хаяши, являются конвективными звездами, что, по-видимому, и обуславливает наличие у них хромосфер и нестационарные процессы. Разница между ними в том, что звезды типа Т Тельца являются молодыми, недавно возникшими звездами, а среди звезд типа UV Кита, по-видимому, могут оказаться объекты различного возраста. Поэтому и неудивительно, что первые встречаются чаще всего в звездных ассоциациях, а вторые и среди звезд поля, в частности в окрестностях Солнца. Это происходит потому, что средний возраст звезд поля больше возраста ассоциаций.

ПРОБЛЕМЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ЛУНЕ

В. Н. ЖАРКОВ,
доктор физико-математических наук,
В. Ш. БЕРИКАШВИЛИ

Наш ближайший космический сосед — Луна привлекает к себе все большее внимание. Это связано с успешным наступлением человека на космос, происходящим на наших глазах.

После исторического облета Земли Юрием Гагариным и последующих полетов советских и американских космонавтов не остается сомнения в том, что недалеко время, когда нога человека ступит на ближайшие к нам планеты и в первую очередь на естественный спутник Земли — Луну.

Естественно предположить, что прежде, чем на Луне высадится человек, туда будут посланы автоматические приборы. С целью поиска мест для установки на Луне приборов и, в первую очередь сейсмографа, запускались американские «Рейнджеры», которые фотографировали лунную поверхность с близкого расстояния и по телевизионным каналам передавали ее изображение на Землю. Фотографии, полученные тремя последними «Рейнджерами», позволили увидеть на Луне объекты с линейными размерами в несколько метров.

До сих пор Луна исследовалась в основном как космическое тело, о внутреннем строении которого известно очень мало. Речь идет о том, чтобы с одним, а затем и с несколькими сейсмографами прослушать недра Луны. Приобретенные при этом сведения будут важны не только сами по себе, но несомненно по-новому осветят ряд принципиальных вопросов геологии, геохимии, геофизики, а также происхождения Земли и планет солнечной системы.

СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЗЕМЛЕ

Для лучшего уяснения сущности и значения сейсмических исследований Луны рассмотрим кратко, как проводятся подобные эксперименты на Земле.

Сейсмические волны, образующиеся при землетрясениях, проявляются на земной поверхности как колебания почвы. Они генерируются также при искусственных взрывах, как это делается в сейсморазведке. В сейсмологии, изучающей внутреннее строение Земли с помощью сейсмических волн, в основном используются волны от землетрясений, так как они значительно мощнее.

Сейсмические волны разделяются на объемные,

которые проходят через тело нашей планеты, и поверхностные, распространяющиеся по поверхности Земли. Объемные волны представляют собой ни что иное, как хорошо известные поперечные и продольные звуковые волны в твердых телах. Их скорости простыми формулами связаны с такими характеристиками среды, как модуль сдвига, модуль сжатия и плотность. Скорость продольных волн больше, чем скорость поперечных, поэтому они приходят и регистрируются раньше поперечных. Объемные волны, распространяясь по лучам, просвечивают нашу планету подобно тому, как это делают рентгеновские лучи при медицинской или технической диагностике.

Наряду с прямыми сейсмическими волнами, которые без изменений распространяются от источ-

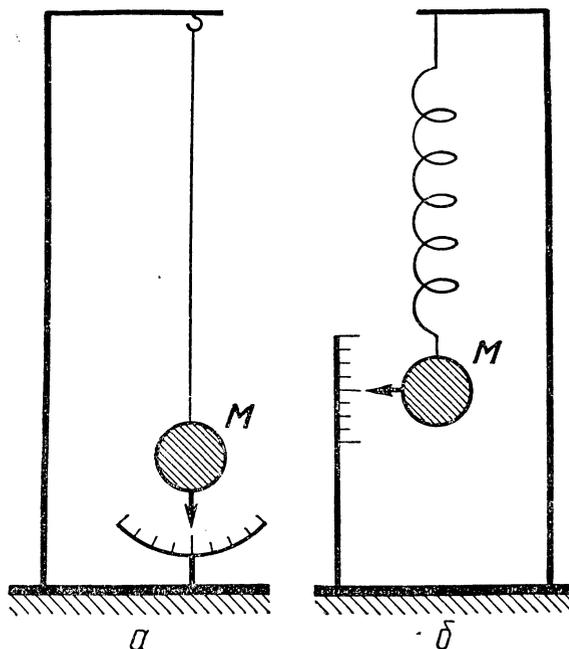


Рис. 1. Схема горизонтального (а) и вертикального (б) сейсмографов. Тяжелая масса M не реагирует на быстрое смещение почвы, и это позволяет регистрировать смещения по сдвигу относительно нулевого положения на шкале, жестко связанной с поверхностью

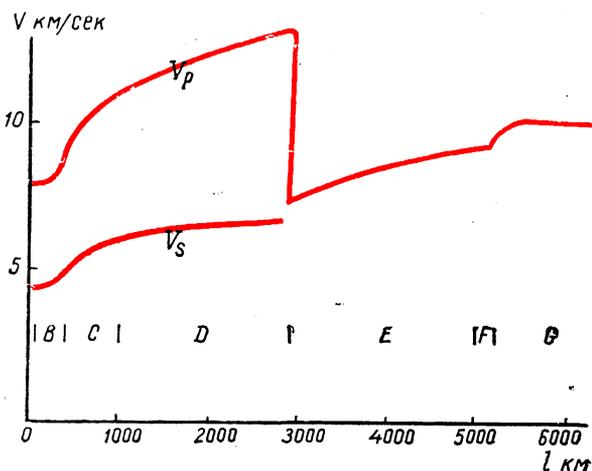


Рис. 2. Изменение скорости сейсмических волн в Земле V_p и V_s — скорости продольных и поперечных волн. Латинскими буквами обозначены характерные слои в Земле: В — верхняя оболочка со слоем пониженных скоростей; С — слой с резким нарастанием скорости; D — однородная часть оболочки; E — жидкое ядро; F — переходная зона; G — внутреннее ядро; между осью ординат и слоем В расположена кора

ника до станций наблюдений, в сейсмологии играют большую роль волны, отраженные и преломленные на резких границах в недрах планеты. В Земле существуют две такие резкие границы. Одна — граница Мохоровичича — отделяет земную кору от оболочки (или, как говорят геологи, мантии) Земли. Другая — отделяет оболочку от ядра Земли и расположена на глубине 2900 км. Как известно, земное ядро — жидкое и, следовательно, не пропускает поперечные волны.

Приборы, регистрирующие сейсмические волны, подразделяются на горизонтальные (рис. 1, а) и вертикальные (рис. 1, б). Чувствительным элементом этих приборов служит инертная масса, которая не реагирует на быстрые смещения почвы. Смещения поверхности относительно инертной массы преобразуются с помощью электрических и оптических систем и фиксируются на бумажной ленте в виде автоматических записей — сейсмограмм.

Поверхностные волны, так же как и объемные, бывают двух типов и называются волнами Лява и волнами Релея. Волны Лява аналогичны поперечным волнам, а волны Релея — продольным. Скорость волн Лява несколько больше, чем скорость волн Релея, и близка к скорости поперечных волн в поверхностных слоях Земли. Поэтому на сейсмо-

граммах вслед за объемными волнами регистрируются волны Лява, а затем волны Релея. Периоды объемных волн находятся в пределах нескольких секунд, поверхностных волн — в пределах десятков секунд и даже минут, поэтому регистрация последних требует более сложных длиннопериодных приборов.

Как метод исследования поверхностные и объемные волны дополняют друг друга. Наружные слои Земли (кора, верхняя мантия) удобнее исследовать с помощью поверхностных волн, а глубинные части планеты (большая часть оболочки и ядро) — с помощью объемных. Экспериментально определяют время прихода (или вступления) волн и их амплитуды. Затем строятся так называемые годографы — кривые зависимости времени пробега волны от эпицентрального расстояния (расстояния точки наблюдения от эпицентра землетрясения).

Годографы позволяют определить распределение скоростей продольных и поперечных волн, а также модулей сдвига и сжатия, плотности, давления и ускорения силы тяжести в зависимости от глубины. Результаты этих определений для Земли представлены на рис. 2 и 3, из которых следует, что Земля имеет довольно сложное строение. За земной корой, толщина которой в среднем составляет около 30 км, расположена силикатная оболочка, простирающаяся до глубины 2900 км. Центральную часть планеты занимает жидкое ядро Земли.

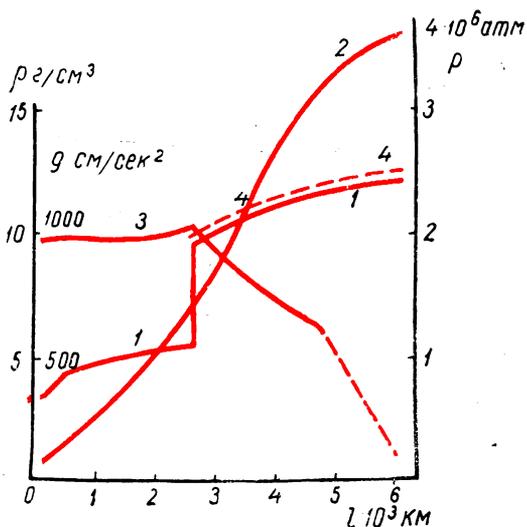


Рис. 3. Изменение плотности [1], давления [2] и ускорения силы тяжести [3] в Земле, [4] верхний предел плотности (по М. С. Молоденскому) для однородного ядра

Итак, для получения данных о внутреннем строении Земли (или Луны) нам нужно располагать следующими сведениями: во-первых, временем генерации сейсмических волн (момент возникновения сигнала), во-вторых, временем вступления сейсмических волн на различных эпицентральных расстояниях и, в-третьих, методом отождествления различных фаз на сейсмограммах с объемными и поверхностными волнами (а также более сложными, испытавшими отражение и преломление во внутренних областях планеты). Эти данные и позволяют строить годографы.

На Земле для этих целей создана густая сеть сейсмических станций с весьма совершенной аппаратурой. На Луне же вначале, вероятно, будет лишь один однокомпонентный сейсмограф с довольно ограниченными возможностями. К тому же сейсмичность Луны еще далеко не ясна. Поэтому лунный сейсмический эксперимент сопряжен с большими техническими трудностями. Конечно, эти трудности будут преодолены, но еще до первых непосредственных экспериментов необходимо возможно более ясное понимание сейсмических особенностей Луны, которое достигается путем анализа теоретических

моделей ее внутреннего строения, создаваемых с учетом всех имеющихся у нас геофизических, астрономических и физических экспериментальных данных.

МОДЕЛИ ЛУНЫ

Под моделями понимаются разрезы Луны типа тех, которые для Земли показаны на рис. 2 и 3. Из астрономических наблюдений нам известна масса Луны, равная $7,35 \cdot 10^{25}$ г, ее радиус 1738 км. Известно также, что Луна близка к форме сферического тела. Это позволяет установить ее среднюю плотность, равную $3,34$ г/см³. Такую плотность имеют некоторые породы (типа дунита, перидотита или эклогита), слагающие «кровлю» оболочки Земли.

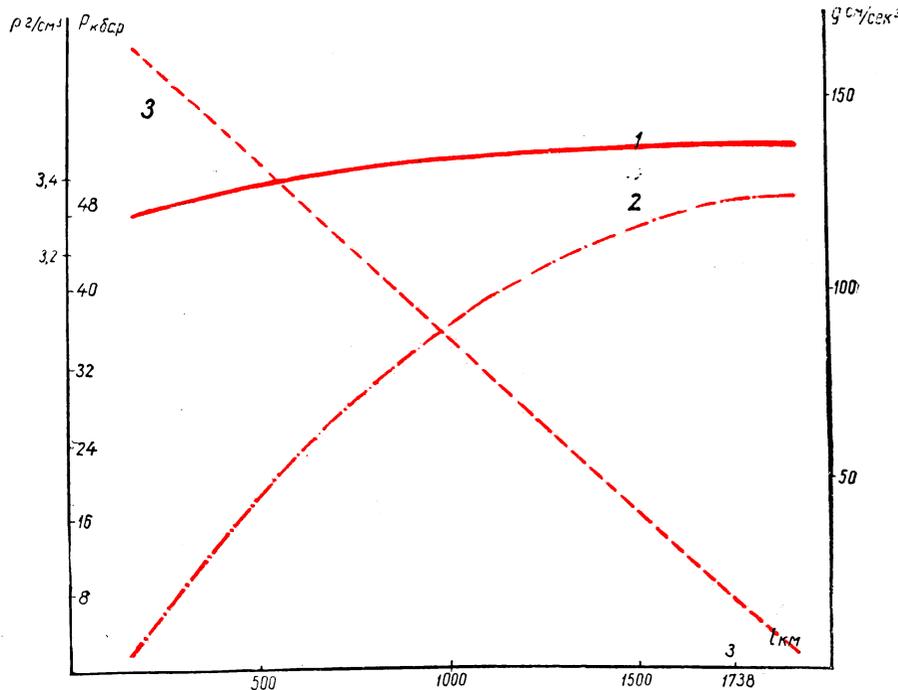
Учитывая то, что давление в центре Луны не превосходит примерно $5 \cdot 10^4$ атм, а сжатие вещества при таких давлениях не превосходит нескольких процентов, в качестве первого приближения приходим к однородной модели Луны, которая характеризуется постоянными скоростями продольных и поперечных волн, такими, как у «кровли» оболочки Земли. Они равны соответственно 8,1 и 4,6 км/сек.

Распределение давления, плотности и ускорения силы тяжести в однородной Луне представлены графически на рис 4.

Рассмотрев среднюю однородную модель Луны, мы можем перейти к усложнениям, которые могут встретиться у реальной Луны.

Прежде всего у нее, как и у Земли, может быть поверхностный слой коры, состоящий из более легких пород. Радиоастрономические наблюдения показали, что наружные слои Луны имеют пористое, пензоподобное строение с плотностью около $0,5$ г/см³. Из этих же наблюдений следует, что тепловой поток из недр Луны примерно соответствует земному тепловому потоку и равен $1,2 \cdot 10^{-6}$ кал/сек · см². Коэффициент теплопроводности поверхностного пористого вещества в 40—50 раз меньше, чем

Рис. 4. Изменение с глубиной плотности [1], давления [2] и ускорения силы тяжести [3] в однородной Луне. Небольшое изменение плотности обусловлено сжатием вещества под давлением



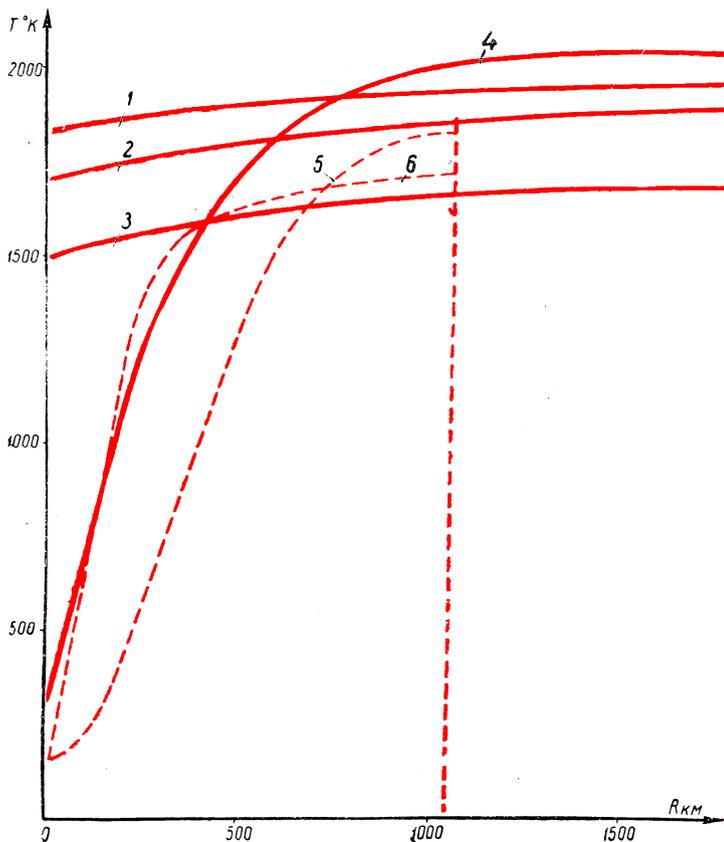


Рис. 5. Температуры в недрах Луны, рассчитанные теоретически, и кривые плавления: 1 — железа; 2 и 3 — начало и конец плавления горных пород типа дунита; 4 — температура в однородной Луне по расчетам Макдональда; 5 и 6 — два крайних случая распределения температуры в Луне с учетом появления жидкого ядра, рассчитанные Б. Ю. Левиным и С. В. Маевой (вертикальной пунктирной прямой обозначена граница ядра)

у плотных горных пород. Следовательно, в такое же число раз темп нарастания температуры у поверхности нашего спутника должен превосходить соответствующий темп у поверхности Земли. Нарастание температуры в глубину у поверхности Земли равно 1° на 30 м. Следовательно, нарастание температуры в глубь Луны (градиент температуры) характеризуется величиной $1,5^\circ$ на 1 м. Значит, на глубине 200—300 м температура повысится до $300\text{--}400^\circ$ и создадутся условия для спекания поверхности пористого вещества в сплошную массу. А если это так, то далее темп нарастания температуры будет ближе соответствовать темпу, характерному для наружных слоев Земли.

Длины объемных волн достигают десятка километров, а поверхностных — нескольких десятков и даже сотен километров. Пористый наружный слой, даже если он будет составлять несколько сотен метров, не скажется заметным образом на распространении волн. Единственно к чему может привести наличие мощного пористого слоя — это к заметно большему поглощению поверхностных волн по сравнению с объемными. В предложенных моделях Луны кора выбирается толщиной в 20 км и ей приписываются параметры гранита: плотность $2,65 \text{ г/см}^3$, скорость продольных волн $6,25 \text{ км/сек}$, а поперечных — $3,05 \text{ км/сек}$.

Реальная толщина лунной коры неизвестна. Неизвестно даже, есть ли вообще на Луне кора. Наблюдение поверхностных волн при исследовании Луны с помощью сейсмографа позволит внести ясность в этот вопрос.

Рассмотрим теперь вопрос о ядре Луны. Все данные указывают на то, что недра ее должны быть достаточно разогреты. В частности, ряд исследователей считает, что у Луны может быть довольно большое жидкое ядро одного из трех типов: 1) маленькое железное ядро с радиусом около 100 км (если ядро — железное, то оно должно быть мало, так как большое железное ядро чрезмерно повысило бы среднюю плотность Луны); 2) большое силикатное ядро с радиусом порядка тысячи километров и 3) возможно сложное ядро: внутреннее железное или силикатное ядро, заключенное во внешнее жидкое силикатное ядро.

Распределения скоростей сейсмических волн в твердом наружном слое Луны допускают также несколько возможностей. Чтобы в них разобраться, воспользуемся лабораторными экспериментальными данными о зависимости скоростей продольных и поперечных волн от давления и температуры. Распределение давления в Луне довольно надежно устанавливается уже на ее однородной модели и почти не зависит от того, какую модель мы примем.

Сложен и не ясен вопрос распределения температуры. Даже для Земли оно известно не точно.

Однако можно считать, что тела солнечной системы с радиусами более тысячи километров за время своего существования (примерно 5 млрд. лет) не успели полностью охладиться после стадии разогрева. Это обусловлено малой теплопроводностью планет и Луны и приводит к тому, что даже за 5 млрд. лет тепло будет выноситься наружу лишь из внешнего слоя толщиной 600—900 км. На рис. 5 приведены распределения температур в недрах Луны, полученные на основании расчетов Б. Ю. Левина и С. В. Маевой, а также Макдональда. Для сравнения изображены кривые плавления некоторых типичных силикатов.

Давление и температура влияют на величины скоростей объемных волн по-разному. Рост давления увеличивает скорости, а рост температуры их уменьшает. Поскольку в глубь Луны и давление и температура возрастают, скорость на разных уровнях может или возрастать с глубиной, или убывать, или оставаться постоянной. Каждая из этих возможностей имеет свои сейсмические особенности.

В Земле на глубинах 50—200 км расположен слой пониженных скоростей. Этот слой — важнейшая сейсмическая особенность верхней мантии Земли. Есть основания предполагать, что и у Луны должен быть довольно заметный слой пониженных скоростей. Дело в том, что чем меньше ускорение силы тяжести на планете, тем меньший градиент температуры необходим для появления слоя пониженных скоростей. Отношение ускорений силы тяжести в наружных слоях Луны и Земли равно примерно одной шестой, а распределения температур в наружных слоях обоих космических тел довольно близки. Отсюда и вытекает предположение о слое пониженных скоростей у Луны.

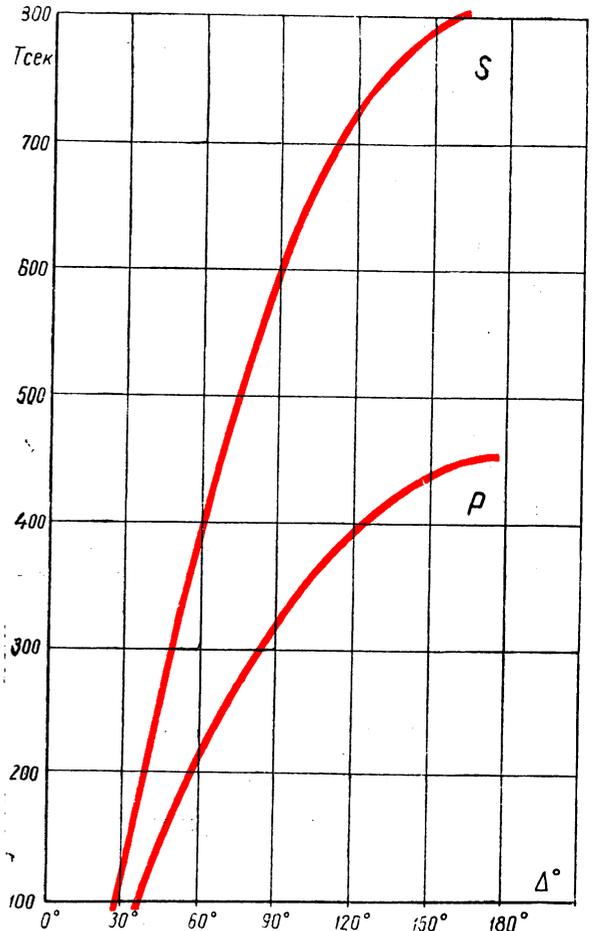
Учитывая все сказанное, мы приходим к трем основным сейсмическим областям Луны: а) кора, б) слой пониженных скоростей, в) жидкое ядро Луны. Дальнейшая детализация строения Луны была бы преждевременной.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН В РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЯХ ЛУНЫ

Как будут вести себя сейсмические лучи в той или иной модели Луны?

В случае однородной Луны сейсмические лучи станут распространяться прямолинейно. Годографы для модели со средними скоростями продольных волн 8,1 км/сек и поперечных — 4,6 км/сек показаны на рис. 6. Влияние коры толщиной в 20 км почти не скажется на времени пробега объемных сейсмических волн для больших эпицентральных расстояний.

Рис. 6. Годографы продольных (P) и поперечных (S) волн для однородной Луны дают время прихода волны на заданном эпицентральных расстояниях, выраженном в угловых градусах. Источник волн предполагается расположенным на поверхности. С помощью этих годографов по разности времен вступления P и S волн можно определить расстояние до источника сейсмических волн



Существование коры можно установить по отраженным волнам, по раздвоению годографа на близких эпицентральных расстояниях и по скоростям поверхностных волн различных периодов. Эта задача часто встречается в сейсморазведке и не содержит принципиальных трудностей. Жидкое ядро в Луне также может быть выявлено по отраженным волнам и, кроме того, по зоне тени поперечных волн.

Ход лучей продольных и поперечных волн в модели Луны с жидким ядром радиусом 800 км пока-

зан на рис. 7. Поперечные волны не пройдут через жидкое ядро и дадут зону тени на эпицентральных расстояниях от 125° до 180° . Продольные волны, проходя через ядро, фокусируются и дадут меньшую зону тени на эпицентральных расстояниях от 125° до 158° . Благодаря тому, что при сотрясении возникнут и поверхностные волны, они сообщат о лунотрясении и позволят оценить его эпицентральное расстояние.

Ход сейсмических лучей в Луне со слоем пониженных скоростей показан на рис. 8. В таком слое, расположенном на глубине от 100 до 500 км, сейсмические лучи будут отклоняться к центру. Если ско-

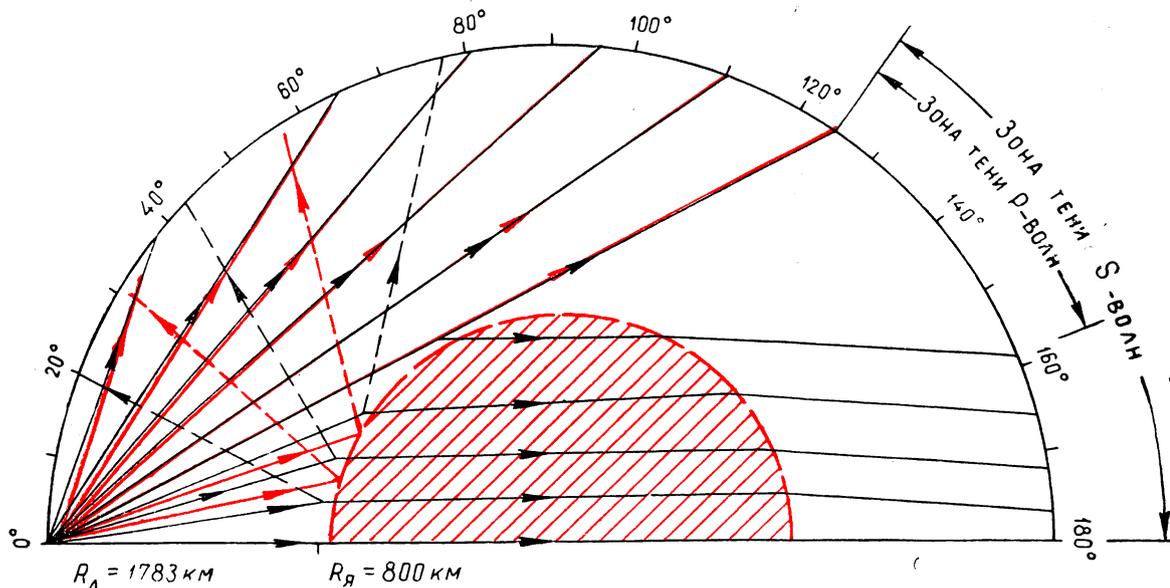
к перераспределению энергии и к появлению зоны ослабленной амплитуды. Сравнивая амплитуды поверхностных волн с амплитудами продольных и поперечных, можно выявить это ослабление и тем самым установить вид волновода и характер температурного распределения в недрах Луны.

ЛУННЫЙ СЕЙСМОГРАФ

Сложность сейсмического изучения Луны заключается, в основном, в доставке прибора на Луну, установке его и передаче полученных данных на Землю.

Основная трудность связана с осуществлением

Рис. 7. Ход лучей сейсмических волн в Луне с жидким ядром. Черными сплошными линиями показано распространение прямых Р волн, а пунктиром — отраженных Р волн. Красными линиями обозначены поперечные S волны (прямые и отраженные). Ядро, радиус которого 800 км, заштриховано красным цветом



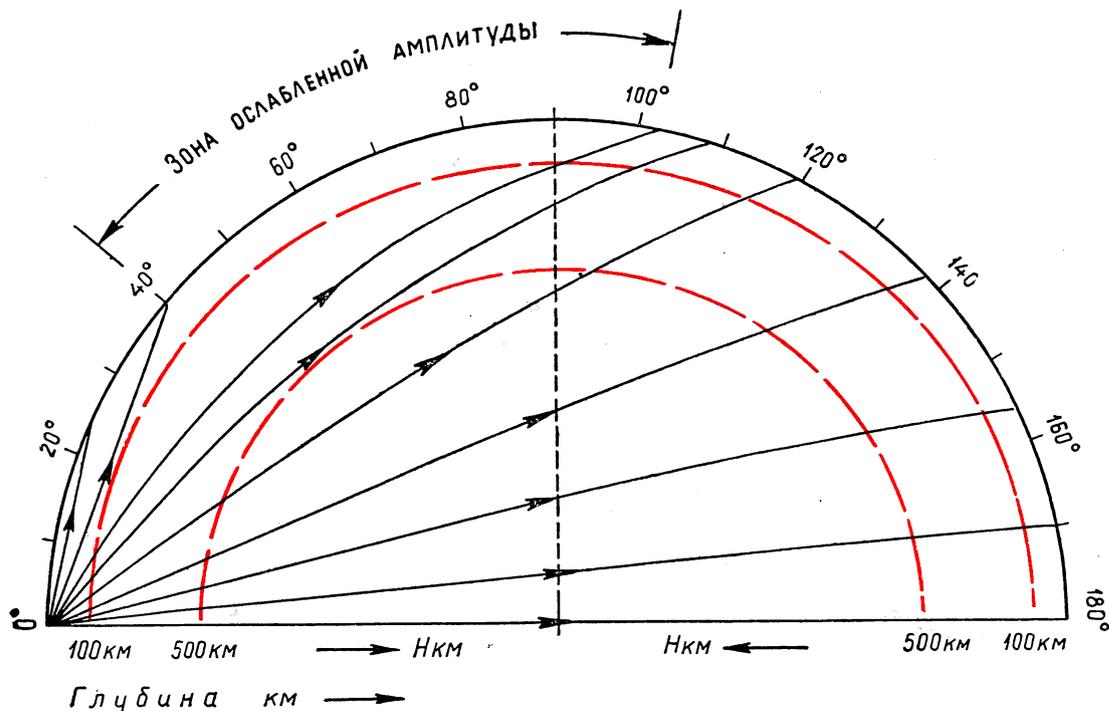
рости сейсмических волн уменьшаются к центру очень быстро, луч закручивается в кольцо и не выходит на поверхность.

Радиус Луны довольно мал, поэтому сейсмические лучи будут выходить на поверхность и дадут примерно такой же географ, как и для однородной Луны. Выявление слоя пониженных скоростей очень важно, так как он позволит судить о температурном распределении в недрах Луны. Из рис. 8 видно, как сейсмические лучи расходятся в зоне пониженных скоростей — зоне волновода. Этот эффект приводит

к мягкой посадке капсулы с сейсмографом и радиопаратурой на лунную поверхность. Отсутствие атмосферы сильно усложняет эту задачу. В зависимости от плотности и прочности лунной поверхности, ускорение перегрузки может достигать до $1000 g$ ($g = 10 \text{ м/сек}^2$ — ускорение силы тяжести на поверхности Земли). Кроме того, при полете космического корабля могут возникать сильные вибрации, которые также должен выдержать прибор.

После прилунения прибор должен автоматически установиться в рабочее положение и включиться.

Рис. 8. Ход лучей сейсмических волн в Луне со слоем пониженных скоростей на глубинах от 100 до 500 км, в котором скорость уменьшается с глубиной, что приводит к сильному расхождению лучей и ослаблению амплитуд на эпицентральных расстояниях 40—100°



При этом, очевидно, будут учитываться специфические условия лунной поверхности. Ускорение силы тяжести на поверхности Луны равно 162 см/сек^2 , т. е. примерно в 6 раз меньше, чем на Земле; а температура в течение лунных суток (29,5 земных) может меняться в пределах от -150°C до $+130^\circ \text{C}$. Это, возможно, заставит предусмотреть термостатирование приборов.

СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛУНЫ

Чтобы сделать обоснованное заключение о внутреннем строении Луны, за время работы сейсмографа должно быть зарегистрировано по крайней мере несколько сотрясений.

Расчеты термических напряжений, вызванных охлаждением и нагреванием лунных недр, указывают, что на Луне за месяц должно происходить от 10 до 100 довольно крупных лунотрясений. Поскольку размеры Луны меньше земных, достаточно не-

большого сотрясения, чтобы зарегистрировать его в любой точке поверхности Луны. Число регистрируемых колебаний можно, очевидно, увеличить за счет повышения коэффициента усиления сейсмографической системы в 10—100 раз по сравнению с земными приборами. Усилить сигнал от сейсмографа более чем в 1000—10 000 раз на Земле не имеет смысла из-за постоянных помех (микросейсм), создаваемых некоторыми физическими явлениями в атмосфере и в океанах (бури, штормы, шум прибой и т. д.), а также промышленными шумами. Этого нет на Луне, и потому там можно регистрировать весьма слабые сотрясения.

Большой тепловой поток из недр Луны указывает на высокие температуры ее недр и возможность вулканической деятельности. Эти предположения в известной мере подтверждаются астрономическими наблюдениями Н. А. Козырева, который в 1958 и 1959 гг. получил спектрограммы, показавшие сильное выделение газов в кратере Альфонс.

Существует еще один источник сейсмической

активности Луны — это метеориты, падающие с огромной скоростью на незащищенную атмосферой лунную поверхность. Как показывают расчеты, в течение года на Луну падает от 1 до 6 крупных метеоритов, вызывающих ощутимые сотрясения во всех ее частях.

Таким образом, на Луне возможны три типа проявления сейсмической активности: за счет термоупругих напряжений и других физико-химических процессов, вулканической активности и падения метеоритов. При большом коэффициенте усиления сейсмографа можно зарегистрировать такое число лунотрясений, которое обеспечит успех эксперимента.

КАКИЕ МОГУТ БЫТЬ ПОЛУЧЕНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ?

Уровень шумов, определяемый доставленным на Луну сейсмографом, позволит, очевидно, судить о процессах, происходящих на поверхности Луны. Причиной шумов могут быть удары небольших метеоритов, температурные колебания и приливные деформации поверхности, обусловленные неодинаковым притяжением Земли и Солнца в различных точках орбиты Луны.

Регистрация первых сотрясений позволит составить представление о сейсмической активности Луны, а также о природе лунотрясений и сделать выводы о термическом режиме лунных недр, о вулканизме на Луне и о количестве крупных метеоритов, падающих на ее поверхность.

Первоочередной задачей сейсмических исследований на Луне будет, по-видимому, установление скоростного разреза Луны. По разности времен пробега прямых поверхностных волн и тех же волн, но оббежавших вокруг Луны, можно найти среднюю скорость поверхностных волн. По ней можно рассчитывать скорость поперечных волн вблизи поверх-

ности и изменение этой скорости с глубиной, а также определить наличие коры. Далее, по максимальной разности времен вступления продольных и поперечных волн можно установить средние скорости пробега продольных и поперечных волн.

По отношению амплитуд объемных и поверхностных волн можно узнать, существуют или нет зоны тени или зоны ослабления амплитуд на Луне. Это поможет решить вопрос о существовании у Луны жидкого ядра и слоя пониженных скоростей, а также сделать заключение о температуре в центре Луны и об ее изменении с глубиной.

Изучение других особенностей поведения сейсмических волн, таких, как рассеяние поверхностных волн, отражение, поглощение объемных и поверхностных волн, выявление собственных колебаний высоких порядков и т. д. по всей вероятности позволит, даже при наличии только одного сейсмографа, получить приближенный скоростной разрез Луны. Зная его, можно установить распределение плотности в Луне, состав ее недр, особенности строения, а также построить годограф для определения эпицентральных расстояний и времен пробега сейсмических волн.

Если измерения проводить трехкомпонентным сейсмографом, то, используя годограф, нетрудно рассчитать местонахождение лунотрясения, а также выявить связь между особенностями рельефа и зонами сейсмической активности.

Эксперименты же со многими сейсмическими станциями и длиннопериодными сейсмографами помогут, очевидно, уточнить первоначальные данные. Вполне возможно, что со временем в исследованиях могут применяться зондирующие взрывы. Однако прежде, разумеется, надо будет изучить все возможные последствия таких взрывов, ибо они могут нарушить некоторые невозмущенные черты картины развития солнечной системы и космоса, запечатленные на лунной поверхности в течение нескольких миллиардов лет ее существования.



При наблюдениях с Венеры Земля имеет блеск —6,3, а Луна —2,3 звездной величины. По наблюдениям с Земли блеск

Солнца равен —26,8, а блеск полной Луны —12,7 звездной величины. Найти блеск Луны в полнолуние. (Ответ на стр. 52)

ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ

О. Л. ВАЙСБЕРГ,
кандидат
физико-математических
наук

Фото М. Л. Брагина

ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО

Полярные сияния — одно из самых ярких и красочных явлений природы, наблюдаемых невооруженным глазом.

Неизгладимое впечатление остается у каждого, кому пришлось видеть эту безмолвную игру красок и сказочную россыпь форм. Ровное, спокойное свечение внезапно переходит в быстрое движение тонких, острых иголок, живущих мгновенья. Они образуют то гигантский шатер, то, сливаясь и расходясь, повисают подобно многоскладчатому драпри, уходят вдаль, постепенно гаснут и успокаиваются. В старину с загадочными полярными сияниями связывалось много суеверий. А сейчас исследователи стремятся объяснить причину и правила этой поразительной игры. Разумеется, это не только игра. Она затрагивает некоторые сферы повседневной человеческой деятельности, так как связанные с полярными сияниями изменения в состоянии ионосферы приводят к нарушению радиосвязи на коротких волнах. Полярные сияния изменяют структуру высоких слоев атмосферы, в которых летают спутники и космические корабли. Они связаны с другими сложными процессами, протекающими в межпланетном и околоземном пространстве под воздействием нашего не всегда спокойного Солнца.

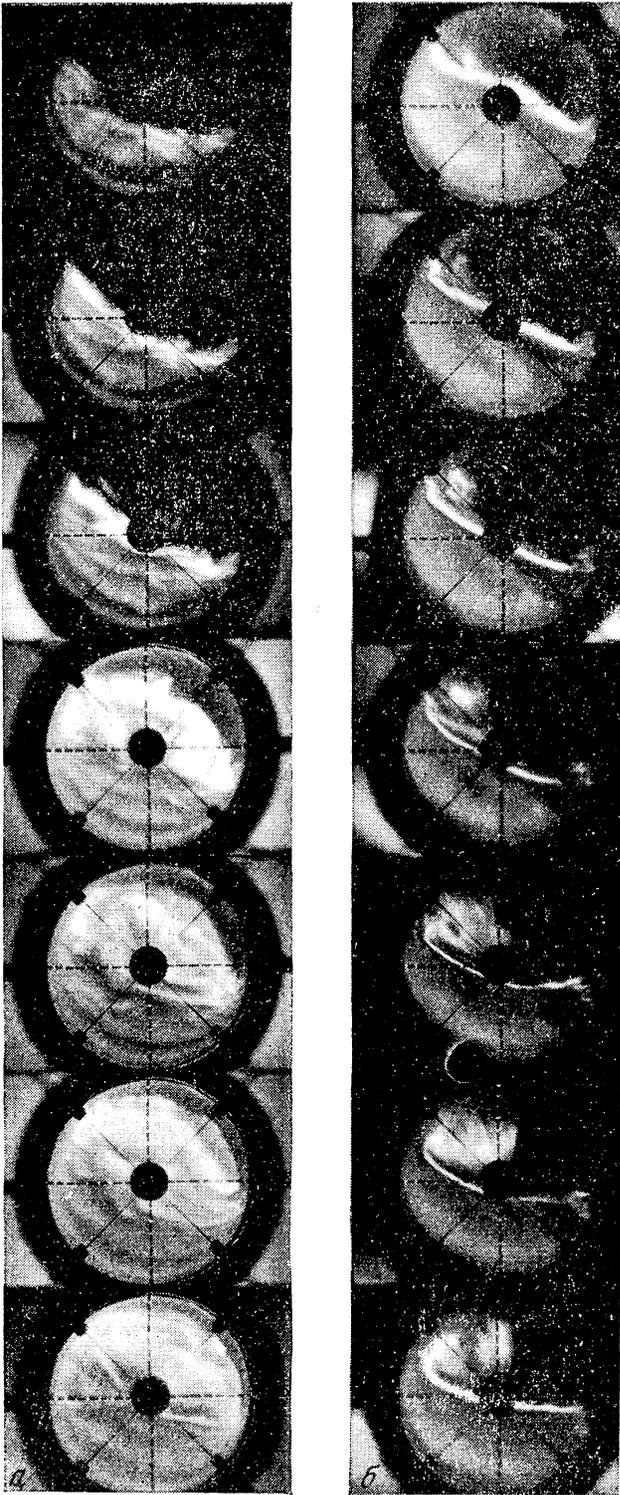


Рис. 1. Фотографии небосвода, полученные широкоугольной камерой во время полярного сияния (юг внизу)

Поэтому не только извечное человеческое любопытство, но также и практические нужды приводят к тому, что исследованиями полярных сияний занимается значительное число геофизиков.

Первое из дошедших до нас описаний полярных сияний принадлежит Аристотелю. Упомянулось о них и в средние века. Однако систематическое изучение полярных сияний началось лишь в XIX веке, когда Фритцем была очерчена зона их наиболее частой повторяемости, которая, приблизительно, представляет из себя круг радиусом 23° , центрированный на магнитный полюс Земли. Форма этой зоны затем уточнялась. Систематическое изучение полярных сияний было проведено во время МГГ, когда вдоль северной зоны были установлены камеры, фотографирующие сразу весь небосвод (снимки, полученные такой камерой, представлены на рис. 1).

Обычно полярное сияние, как его можно видеть вблизи зоны максимальной повторяемости, начинается вечером. На небе появляется однородная светящаяся дуга с резким нижним краем (рис. 2). Она вытянута приблизительно вдоль геомагнитной параллели и может перемещаться ближе к зениту, иногда меняя свою яркость. Могут появиться также другие однородные дуги или полосы, перемещающиеся и меняющие свою яркость, а также отдельные лучи или группы лучей (рис. 3). Направление лучей хорошо совпадает с магнитными силовыми линиями земного поля. Постепенно вся область свечения сдвигается к югу. Затем, чаще около полуночи, весь небосвод оживает, однородные дуги превращаются в лучистые, появляются новые лучистые или однородные яркие полосы, свечение охватывает весь небосвод, светящиеся образования возникают, перемещаются, исчезают. Подобный переход однородной дуги в лучи-

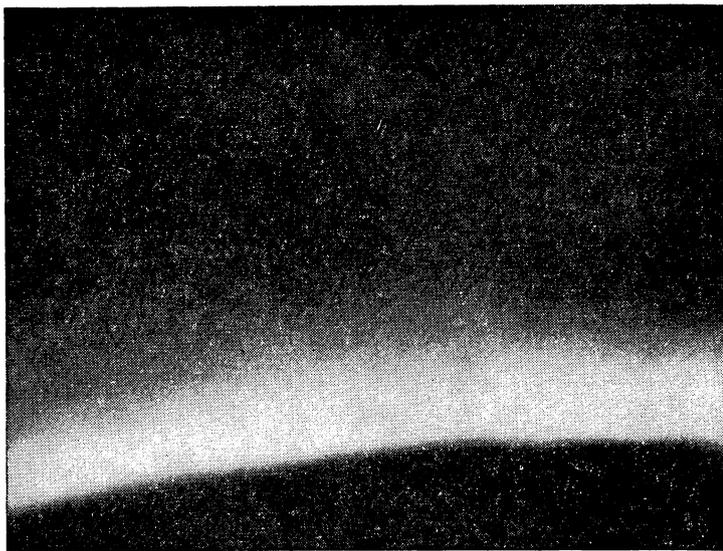


Рис. 2. Однородная дуга, начальная фаза полярного сияния



Рис. 3. Группа лучей. Лучи вытянуты вдоль геомагнитных силовых линий

стую (активация) иногда происходит по несколько раз в ночь.

На рис. 1, а можно проследить за развитием вспышки. Снимки всего неба сделаны с интервалом в 1 минуту. Вначале мы видим, как в южной части неба над слабой однородной дугой развивается лучистая форма. Затем яркое сияние распространяется на северную половину небосвода, и проследить за движением отдельных образований почти не удается. На рис. 1, б приведены снимки, полученные через 30 минут после первой серии. Интенсивность свечения ослабла, но яркие подвижные формы остались. От кадра к кадру меняются отдельные детали. Обычно вспышка продолжается 10—20 минут. В сиянии, изображенном на рис. 1, а и б, вспышка продолжалась 1 час.

Когда лучистая дуга (или полоса) наблюдается вблизи зенита,

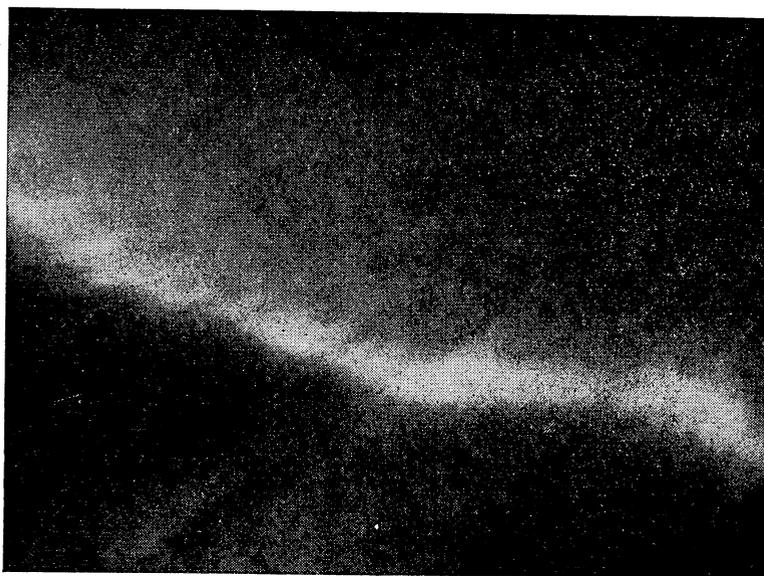


Рис. 4. Лучистая дуга, видимая около зенита. Видна сходимость лучей в перспективе



Рис. 5. Яркая лучистая полоса, начало вспышки

она превращается в так называемую корону. Лучи как бы сходятся в одной точке. Это эффект перспективы (рис. 4). Полярные сияния очень разнообразны. На рис. 5, 6 и 7 представлено несколько ярких форм, которые наблюдаются во время вспышки. Обычно сияния представляются глазу желтовато-зелеными, одноцветными*. Это связано с тем, что их яркость ниже порога цветового зрения. Однако, когда яркость свечения возрастает, мы видим богато окрашенные формы, чаще — яркозеленые, красные, малиновые, реже — желтые, синие.

* Как известно, при малой освещенности все предметы представляются человеческому глазу серыми. Цветовое восприятие возможно, когда яркость превосходит некоторую определенную величину.

Цвет сияния зависит от высоты, на которой оно происходит, так как состав атмосферы и, следовательно, спектральные характеристики свечения меняются с высотой.

ЧТО ЖЕ МЫ ЗНАЕМ О ПРИРОДЕ ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ?

Известно, что полярные сияния тесно связаны с магнитными бурями. Частота и интенсивность полярных сияний, как и геомагнитных бурь, хорошо отображают ход солнечной активности, которая может характеризоваться, скажем, числом солнечных пятен. В годы наибольшей солнечной активности, как это было, например, в 1957—1958 гг., полярные сияния в зоне максимальной их повторяемости можно видеть почти ежедневно, а самые мощные, сопровождающие большие магнитные бури, могут наблюдаться даже в средних широтах. Но полярные сияния не исчезают совсем, когда Солнце становится спокойным, они лишь появляются реже и яркость их меньше.

Еще Ломоносов догадывался о связи полярных сияний с электрическими явлениями в атмосфере. После открытия катодных лучей и опытов Биркеланда с моделью магнитного диполя, облучаемого пучком электронов, стала господствующей развитая Штермером теория, согласно которой полярное сияние вызывается потоком заряженных частиц, приходящих непосредственно от Солнца и описывающих в магнитном поле Земли сложные траектории.

С 1910 г. проведено много определений высот свечения по снимкам, полученным одновременно в двух разнесенных пунктах. Оказалось, что большинство сияний происходит на высотах 95—120 км, однако отмечены случаи появления низких форм на высотах около 80 км. На боль-

ших высотах появления сияний весьма часты. Многие лучистые формы наблюдаются до высот 200—300 км. В ряде случаев отмечается свечение даже до 1000 км. Знание высот полярных сияний дает нам возможность определить скорость или энергию вторгающихся в атмосферу частиц, если мы знаем, каковы эти частицы. Так как электроны и протоны известной энергии обладают вполне определенным пробегом в воздухе, а плотность на больших высотах известна, то можно сказать, что до высоты 100 км могут проникнуть электроны с энергией 10 кэв и протоны с энергией 100 кэв.

Единственным до недавнего времени имевшимся в нашем распоряжении методом определения природы частиц, возбуждающих свечение, был спектральный. Спектр полярного сияния состоит из полос молекулярного азота и кислорода и линий атомарного азота и кислорода (нейтральных и ионизованных). Для спектра полярного сияния характерно присутствие так называемых запрещенных линий. Эти линии не возникают в обычных условиях земных лабораторных устройств из-за большой плотности газа, а также из-за частых столкновений атомов и молекул газа между собой и со стенками сосудов. Плотность

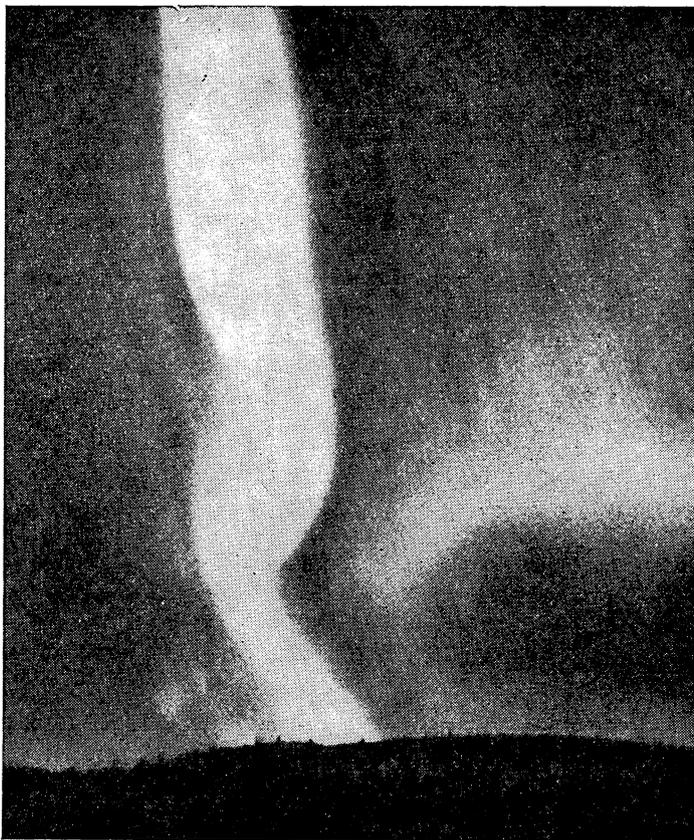


Рис. 6. Лучистая полоса над западным горизонтом [факел]

воздуха на высоте 100 км в миллион раз меньше, чем у поверхности Земли. Поэтому можно наблюдать в свечении верхней атмосферы запрещенные линии. Именно соотношение между интенсивностями запрещенных линий и молекулярных полос в спектре полярного сияния позволило заключить, что энергия возбуждающих частиц достаточно высока и что полярные сияния (за исключением, может быть, одного специфического вида сияния — «красных дуг») не могут быть следствием электрического разряда в атмосфере. В спектре полярных сияний имеются линии свечения водорода. По сдвигу этих линий в коротковолновую сторону, вызванному эффектом Доплера, удалось установить, что излучающие их водородные атомы вторгаются в атмосферу приблизительно вдоль геомагнитных силовых линий. Это было первое доказательство корпускулярного вторжения протонов в атмосферу. Однако некоторые другие факты указывали, что протоны не могут быть причиной всех полярных сияний. Дело в основном сводится к тому, что, во-первых, общего потока энергии протонов, рассчитанного по яркости их излучения, не хватает для возбуждения всего свечения, а, во-вторых, тонкие лучистые формы не могут возбуждаться протонами, так как радиус их собственного вращения вокруг магнитных силовых линий велик и превосходит размер тонких лучей.

Непосредственно вторжение низкоэнергичных электронов в атмосферу вдоль геомагнитных силовых линий было обнаружено на третьем советском искусственном спутнике Земли. Вторгающиеся в полярные области корпускулярные потоки состоят преимущественно из электронов с энергией около 10 кэв, и приносимая ими в верхнюю атмосферу энергия временами очень ве-



Рис. 7. Неоднородная полоса; завершающая фаза вспышки

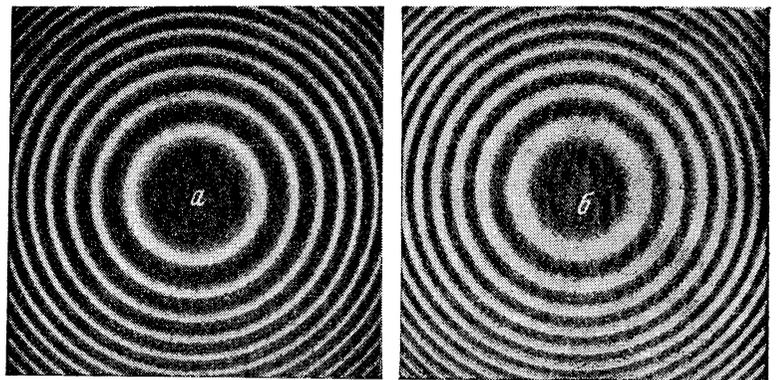


Рис. 8. Интерференционные кольца красной линии кислорода, излучаемой во время полярного сияния: а — обычное сияние, кольца узкие; б — мощное сияние, кольца уширены. Получены Т. М. Мулярчик

лика. Она может привести к резкому повышению температуры в верхней атмосфере, в зоне полярных сияний. На рис. 8 представлены два снимка красной кислородной линии, полученных с помощью интерферометра Фабри—Перо. На рис. 8,а интерференционные кольца сравнительно узки, и определяемая по их ширине температура равна приблизительно 1700°K . Фотография 8,б получена во время мощного полярного сияния. Видно, что линия резко уширена из-за увеличения хаотических скоростей излучающих атомов. Температура высоких слоев атмосферы возросла до 3500°K . Таким образом, полярные сияния и вторжения низкоэнергичных частиц играют большую роль в энергетическом балансе верхней атмосферы высоких широт.

ТИПЫ ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ

В настоящее время полярные сияния по своим характеристикам и характеристикам возбуждающих частиц можно разделить на три типа (рис. 9). Это сияния полярной шапки, т. е. области около геомагнитного полюса. Они выглядят как слабые, часто без четких форм сияния, заполняющие всю область. Первопричина их — жесткие (т. е. энергичные) частицы, приходящие непосредственно от Солнца.

Далее, обычные полярные сияния или сияния зоны максимальной повторяемости, о которых идет речь в этой статье. Они располагаются в кольце вокруг полярной шапки. Недавними работами советских ученых установлено, что это кольцо сдвинуто на ночную сторону Земли на $5-10^{\circ}$. Основным возбуждающим агентом — электроны с энергией 10 и менее килоэлектронвольт. Эти частицы не могли попасть в зону полярных сияний непосредственно от Солнца, а должны были ускориться и «попутешествовать»

в магнитном поле Земли. Но эти частицы не принадлежат к радиационным поясам Земли. Можно считать установленным, что запасы в радиационных поясах частиц и энергии не хватает на возбуждение полярного сияния умеренной интенсивности.

создает иллюзии дуги, которую можно видеть у южного края снимков на рис. 1, а и особенно 1, б. Согласно спектральным данным, энергия большей части вторгающихся протонов невелика и составляет около 1,5—2 кэв. Такую же энергию имеют протоны

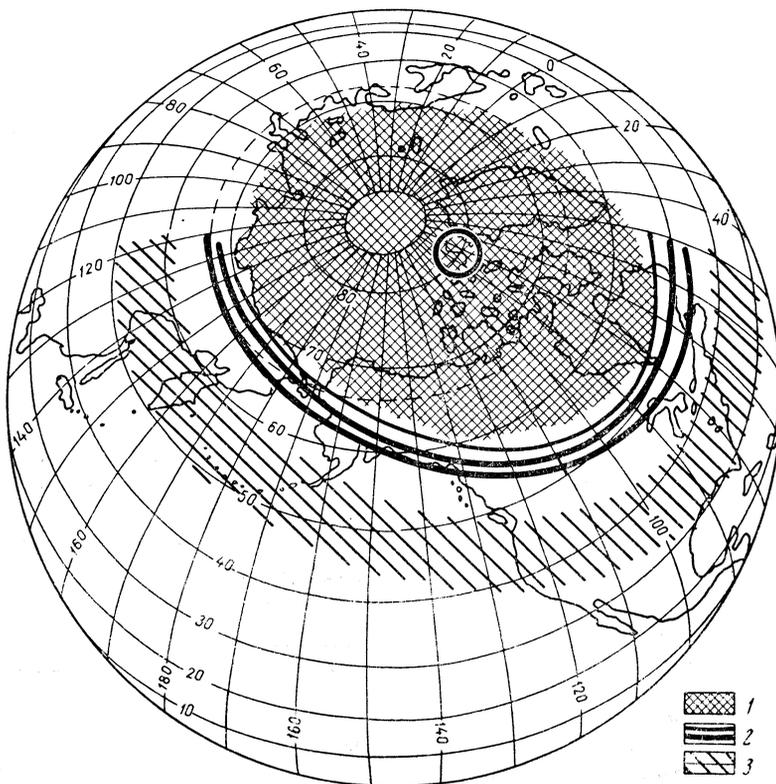


Рис. 9. Схема зон появления различных полярных сияний [ночная сторона Земли]: 1 — сияние полярной шапки; 2 — зона максимальной повторяемости полярных сияний; 3 — зона красных дуг. Кружком отмечен южный магнитный полюс Земли

Для зоны полярных сияний характерны также протонные сияния. Это свечение связано со вторжением протонов в зону полярных сияний. Оно не образует резко очерченных форм и представляет собой однородную полосу, вытянутую вдоль геомагнитной параллели. Приближение этого «водородного поля» к горизонту

солнечного ветра, т. е. постоянного потока частиц, которым Солнце «обдувает» земной диполь. Не исключено, что эти протоны попадают в атмосферу Земли без дополнительного ускорения, прямо из солнечного ветра, точнее из зоны обтекания, обволакивающей геомагнитное поле.

И, наконец, еще один тип по-

лярных сияний, которые были обнаружены во время МГГ. Это «красные дуги» средних широт. Они наблюдаются заметно ближе к экватору и их спектр состоит почти исключительно из запрещенной красной кислородной линии, для возбуждения которой требуется небольшая энергия. Аналогичное свечение иногда наблюдается в районе экватора. Этот вид свечения возбуждается также иногда во время больших полярных сияний, когда они видны и на средних широтах. Для объяснения красных дуг, наблюдаемых на высотах 300—400 км, предложено сейчас два механизма: первый — это возбуждение свечения за счет электрических полей в ионосфере и второй — фотохимический. Дальнейшие наблюдения помогут решить, какой из этих механизмов верен.

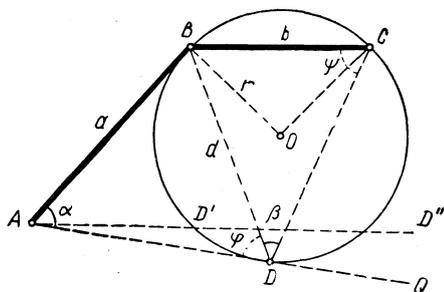
МНОГОЕ ЕЩЕ НУЖНО УЗНАТЬ

В этой статье упоминается лишь о нескольких аспектах изучения полярных сияний. Ученых интересуют также вопросы морфологии и развития полярных сияний, закономерности, наблюдаемые в их спектрах, взаимосвязь с другими процессами в атмосфере и с поведением заряженных частиц, регистрируемых на искусственных спутниках, связь полярных сияний с магнитными бурями. И хотя мы многое уже знаем о физике по-

лярных сияний, остаются пока нерешенными много вопросов; один из самых важных — вопрос о проникновении в окрестности Земли частиц солнечного ветра и их ускорении*. Почему, например, энергия, запасенная в солнечном ветре, т. е. плотность и скорость его частиц, меняется всего в несколько раз, в то время как интенсивность полярных сияний и амплитуда геомагнитных бурь меняются на несколько порядков? Возможно, ответ заключается в том, что здесь большую роль играет сама Земля, состояние ее ионосферы и «подготовленность» к восприятию набегающего корпускулярного потока. Полученные в Институте физики атмосферы Академии наук СССР и доложенные на симпозиуме Международного комитета по исследованию космоса (КОСПАР) в мае 1965 г. данные о влиянии электрических полей в ионосфере на движение захваченных частиц позволяют надеяться, что исследования в этом направлении могут принести новые результаты.

* Об одном из возможных способов проникновения частиц в магнитосферу рассказано в статье Г. А. Скуридина, В. Д. Плетнева, В. П. Шалимова и И. Н. Швачунова «Солнечный ветер, магнитосфера и радиационный пояс Земли» («Земля и Вселенная», №№ 3 и 4).

?



При развитии геодезической сети для определения положения пункта D по данным пунктам A, B и C в точках A и D были измерены углы α и β (см. рис.). Такую задачу можно назвать «смешанной» засечкой в отличие от прямой и обратной засечки.

Можно ли по измеренным углам α и β определить координаты точки D? Как это сделать? Единственное ли решение имеет задача?

(Ответ на стр. 89).



НА ОРБИТЕ ВТОРОЙ СПУТНИК «МОЛНИЯ-1»

В Советском Союзе продолжается отработка системы дальней радиосвязи и телевидения с использованием искусственных спутников Земли. Первый спутник связи «Молния-1» был выведен на орбиту 23 апреля 1965 г. О нем подробно рассказано в четвертом номере журнала «Земля и Вселенная».

14 октября 1965 г. состоялся запуск второго спутника связи «Молния-1». Как и первый, он выведен на высокоэллиптическую орбиту с апогеем 40 000 км в северном полушарии и перигеем 500 км в южном полушарии. Период обращения спутника 11 часов 59 минут, наклонение орбиты 65°.

Основная задача запуска нового спутника «Молния-1» состоит в дальнейшей отработке системы дальней двусторонней телевизионной и телефонно-телеграфной радиосвязи и ее опытная эксплуатация. С этой целью на борту спутника установлена ретрансляционная аппаратура для передачи программ телевидения и дальней многоканальной радиосвязи, а также аппаратура командно-измерительного комплекса, системы ориентации, коррекции орбиты и энергопитания спутника.

Несколько связанных спутников, выведенных на эллиптические орбиты, могут, как известно, обеспечить круглосуточную связь практически со всеми, даже самыми удаленными пунктами нашей страны. Запуск второго спутника «Молния-1» позволит проверить возможность организации такой связи.

СПУТНИКОВАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

М. С. МАЛКЕВИЧ,

кандидат

физико-математических наук

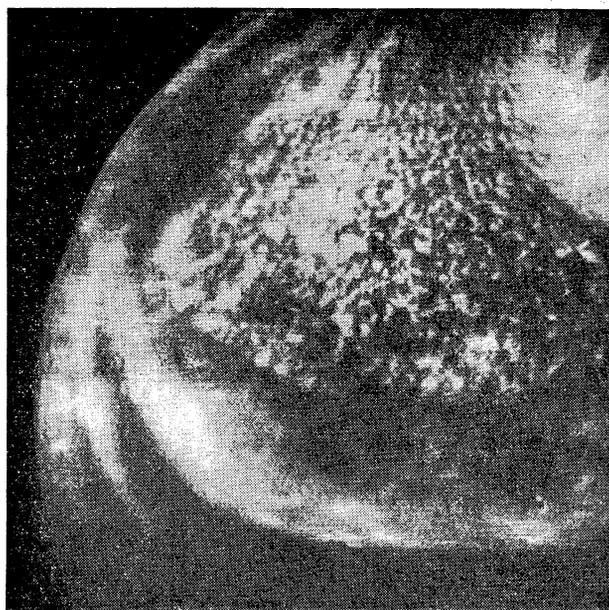


Рис. 1. Система облаков, связанная с циклоном. На фотографии заметна ячеистая структура кучевых облаков

История науки знает немало примеров, когда новые открытия или новые методы исследований революционизировали различные области человеческой деятельности и довольно быстро начинали использоваться в решении практических задач, в том числе и тех, которые не удавалось решить ранее существовавшими методами. Поэтому не удивительно, что запуски искусственных спутников Земли и космических кораблей вызвали бурное развитие не только науки о Космосе — спутники нашли применение и в некоторых чисто «земных» науках. К числу таких наук относятся физика атмосферы и метеорология, которые изучают процессы, происходящие в земной атмосфере и обуславливающие изменчивость погоды. Характер этих процессов всегда требовал глобальных методов исследования, а это как раз и смогли обеспечить искусственные спутники Земли.

ДОСТОИНСТВА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ

Использование спутников в метеорологии связано, по крайней мере, с двумя обстоятельствами. Во-первых, с помощью спутников можно быстро и одновременно на всем земном шаре получать сведения о состоянии атмосферы и происходящих в ней процессах. Такие данные дают представление о невероятно сложном механиз-

ме возникновения и исчезновения тех атмосферных образований, которые ответственны за трудно предсказуемые нерегулярности погоды. Во-вторых, для спутников одинаково доступны как обитаемые территории с их разветвленной сетью метеорологических станций, так и огромные пространства океанов, пустынь, лесных массивов, полярных районов, которые занимают 86—90% поверхности земного шара и являются в метеорологическом отношении «белыми пятнами».

Следует отметить, что применение спутников экономически выгоднее, чем создание густой сети наземных метеорологических станций на всем земном шаре, не говоря уже о том, что практически невозможно создать сеть постоянно действующих станций в океанских просторах и полярных бассейнах.

ЗАДАЧИ СПУТНИКОВОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Метеорологию интересуют характеристики состояния (температура, влажность, давление, скорость ветра) нижних слоев атмосферы до высот 30—50 км. Спутники же летают на значительно больших высотах, не менее 200 км. Как же с помощью спутников измерить метеорологические элементы нижних слоев атмосферы? Оказывается все сведения о характеристиках состояния нижних слоев атмосферы могут быть получены измерением излучения Земли в различных участках спектра. Как известно, в астрофизике давно применяется спектральный анализ для исследования атмосфер звезд и планет. Однако при внешнем сходстве имеется существенное различие в самой постановке задачи в астрофизике и ме-

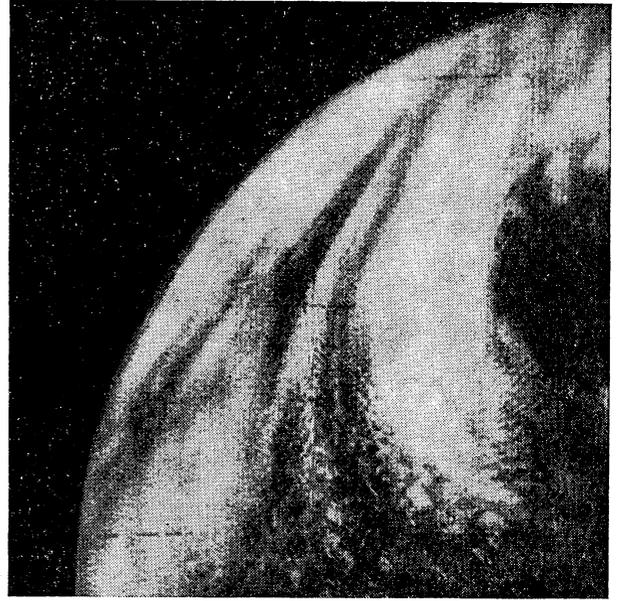


Рис. 2. Фотографии облаков в той же штормовой и соседней с ней областях, что и на рис. 1. полученные сутки спустя

теорологии. В астрофизике важнейшей задачей остается пока установление факта содержания тех или иных веществ и оценки величины их концентрации или температуры.

Земная же атмосфера изучена сравнительно хорошо. Для многих районов земного шара и для разных сезонов известны средние величины большинства из метеорологических элементов. Для метеорологии важно знать изменения этих элементов во времени и в пространстве. Именно они главным образом отражают и определяют нерегулярность погоды на Земле. Совершенно ясно, что определение изменений метеорологических элементов требует высокой точности измерений излучения Земли. Вместе с тем, требуется и очень тонкий анализ этих наблюдений. На помощь приходит большой материал прямых измерений метеорологических

элементов, полученный радиозондированием атмосферы на сети метеорологических станций. Этот материал можно использовать как дополнительную информацию, на основании которой удастся получить представления о структуре полей метеорологических элементов.

Кроме определения метеорологических элементов телевизионная аппаратура, установленная на спутнике, позволяет получить изображение облачного покрова (рис. 1 и 2). Облака — это прежде всего видимое проявление динамических процессов в атмосфере. На дневной стороне Земли облака хорошо видны на фоне более темной водной поверхности или участков суши и льда, не покрытых снегом (на фоне снега облака трудно различимы). Облачность можно обнаружить также и на ночной стороне Земли по контрасту собственного излучения

облаков и земной поверхности в инфракрасной области спектра. Облако будет более «темным», поскольку температура, а следовательно, излучение его верхней границы будет меньше, чем температура и излучение теплой поверхности суши или океана.

Наконец, спутники используются для измерения потоков лучистой энергии, которую Земля теряет в результате отражения солнечной радиации и собственного излучения в мировое пространство. Так как поток солнечной энергии на верхнюю границу атмосферы известен довольно хорошо (ее величина практически постоянна и равна $2 \frac{\text{кал}}{\text{см}^2 \text{мин}}$), то по этим измерениям можно определить энергию, оставшуюся на Земле, как разность падающего и уходящего излучения. Эта разность, в конечном счете, единственный источник энергии, обеспе-

чивающий все процессы не только в атмосфере, но также в гидросфере и биосфере.

Мы перечислили три основные задачи физики атмосферы, которые могут быть решены с помощью спутников на современном уровне науки. Естественно, в каждой задаче встречается много трудностей, которые связаны как со сложностью изучаемых явлений, так и с относительным несовершенством существующих методов исследования. Это станет более наглядным при ознакомлении с методами решения некоторых конкретных задач спутниковой метеорологии.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ОБЛАЧНОГО ПОКРОВА

Поскольку поверхностная температура Земли около $200\text{--}300^\circ\text{K}$, энергия излучения ее практически вся распределена в спектральном интервале $3\text{--}40\text{ мк}$ с максимумом излучения в области $8\text{--}14\text{ мк}$. Установив на спутнике, направленный к Земле радиометр с достаточно узким углом зрения (рис. 3), можно измерить собственное излучение Земли и по нему определить температуру планеты. Эта температура, называемая радиационной, будет заметно отличаться от истинной температуры, полученной с тем же радиометром в непосредственной близости от поверхности Земли. Различие между радиационной и истинной температурами земной поверхности (или, как выражаются в метеорологии, подстилающей поверхности, имея в виду поверхность суши, воды, снега, лесного покрова и т. д.) достигает 20° . Дело в том, что не все излучение подстилающей поверхности уходит в космическое пространство. Оно сильно поглощается атмосферой (и особенно содержащимися в

ней водяным паром, углекислым газом и озоном) и, кроме того, переизлучается атмосферой, но уже при других температурах (напомним, что температура воздуха убывает на $6\text{--}7^\circ$ через каждый километр). В некоторых спектральных интервалах («окнах прозрачности») атмосфера слабо поглощает и столь же слабо излучает. Строго говоря, полной прозрачности атмосферы нет ни в какой области спектра. Например, в «окне прозрачности» $8\text{--}12\text{ мк}$ содержится довольно много линий поглощения водяного пара и сильная полоса поглощения озона (рис. 4). Можно было бы забрать более узкие «окна», где нет линий поглощения, например, шириной около $0,1\text{ мк}$ вблизи 11 мк . Однако недостаточная чувствительность современных радиометров не позволяет зарегистрировать столь малые энергии. Днем неподходящим оказывается и «окно» в интервале $3\text{--}4\text{ мк}$, свободное от линий поглощения, поскольку собственное излучение Земли в этой области сравнимо с отраженной солнечной радиацией. Поэтому на дневной стороне Земли над сильно отражающи-

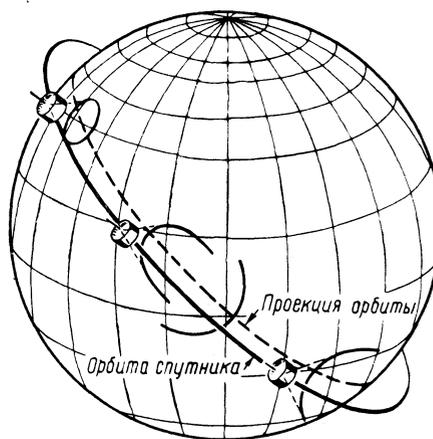
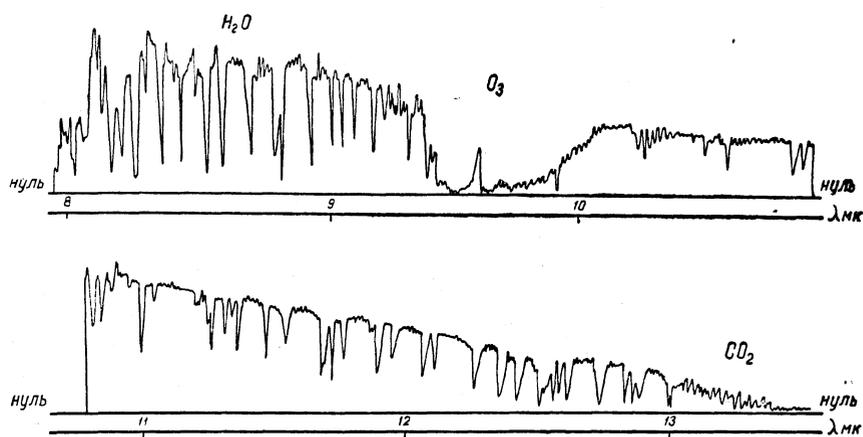


Рис. 3. Схема обзора Земли радиометром, установленным на ИСЗ

ми поверхностями или над облаками радиометр будет измерять суммарную энергию, и радиационная температура получится с большой ошибкой. По этим причинам до сих пор использовалось «окно» $8\text{--}12\text{ мк}$, несмотря на заметное атмосферное искажение собственного излучения подстилающей поверхности.

Итак, непосредственно измеряемое на спутнике излучение состоит из двух частей: из собст-

Рис. 4. Так выглядит солнечный спектр в «окне прозрачности» атмосферы $8\text{--}12\text{ мк}$. Видны многочисленные линии поглощения водяного пара и углекислого газа, а также мощная полоса поглощения озона



венного излучения подстилающей поверхности и из собственного излучения атмосферы. Собственное излучение подстилающей поверхности определенным образом зависит от температуры поверхности Земли. На пути в космос это излучение ослабляется атмосферой. Величина, характеризующая это ослабление, называется функцией пропускания атмосферы и зависит от массы веществ, поглощающих излучение во всем столбе атмосферы.

Собственное излучение атмосферы можно представить в виде суммы излучений каждого слоя при их температуре. При подъеме вверх излучение каждого слоя атмосферы ослабляется в более высоких слоях. Степень ослабления зависит от концентрации поглощающих веществ. Однако распределение температуры и концентрации по высоте непрерывно изменяется и в момент измерения остается неизвестным. Поэтому строгое решение поставленной задачи невозможно, если одновременно не проводится определение, по крайней мере, вертикального распределения температуры и концентрации водяного пара (учет поглощения озона сравнительно прост).

Вот здесь на помощь и привлекается запас данных о температуре и влажности атмосферы, полученный путем радиозондирования в разных районах земного шара. Нужно только постараться использовать этот материал наилучшим образом; взять то, что атмосфера «запоминает» из всего потока информации. Статистическая обработка данных этих наблюдений обнаруживает определенный порядок в структуре распределения температуры и влажности по высоте. Прежде всего можно определить средние за много лет вертикальные профили этих параметров («нормы») для данного района и данного промежутка. Кроме того, существу-

ют корреляционные связи между отклонениями температуры и влажности от соответствующих норм на разных уровнях. Имея эти характеристики вертикальной структуры полей температуры и влажности, можно получить статистически наилучшее приближенное значение температуры подстилающей поверхности.

Теперь рассмотрим атмосферу, как некоторую систему, на вход которой поступает сигнал — излучение земной поверхности, подлежащий определению, а на выходе измеряется искаженный сигнал — излучение Земли вместе с атмосферой. Тогда степень искажения входного сигнала характеризуется так называемой передаточной функцией атмосферы, равной отношению выходного сигнала к входному. Передаточная функция в заданном участке спектра зависит от вертикальных профилей температуры и влажности. В качестве первого приближения можно рассчитать передаточную функцию для «норм» температуры и влажности. Тогда нетрудно получить первое приближение входного сигнала (излучения подстилающей поверхности), разделив выходной сигнал (измеренную величину) на эту передаточную функцию. Зная характеристику прибора, по этому приближению можно найти первое приближение температуры подстилающей поверхности. Но так как среднее значение этой температуры нам тоже известно, то фактически мы определили первое приближение для отклонения температуры от «нормы». Используя далее корреляционные связи этого отклонения на подстилающей поверхности с отклонениями температуры и влажности на других высотах, мы найдем наиболее вероятные значения этих отклонений. Такое восстановление значений функции во всех точках по ограниченному числу ее значений называется оптимальной экстраполяцией

функции. Тем самым мы уточнили вертикальные распределения температуры и влажности, что позволяет вычислить следующее приближение передаточной функции. С ее помощью можно найти дальнейшее приближение температуры подстилающей поверхности.

На первый взгляд может показаться, что повторяя описанные циклы, можно приблизиться к истинным распределениям. В действительности же существенных уточнений мы не получим, поскольку ошибки определения температуры подстилающей поверхности и восстановления профилей температуры и влажности воздуха заранее обусловлены значениями корреляционных связей.

Однако вертикальные профили температуры и влажности могут быть определены более надежно, если измерить некоторые дополнительные характеристики излучения Земли в подходящих спектральных интервалах.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ АТМОСФЕРЫ

В атмосфере некоторые газы имеют известную и постоянную до очень больших высот концентрацию (например, углекислый газ и кислород). Следовательно, если измерить излучение Земли в полосах поглощения этих газов, то неизвестной величиной, от которой зависит излучение, будет только температура воздуха. Более того, если излучение измерять в разных частях полосы поглощения, то можно найти распределение температуры по высоте. Действительно, в той части полосы, где атмосфера достаточно прозрачна, излучение определяется температурой нижних слоев атмосферы. По мере смещения в область меньшей прозрачности излучение будет характеризоваться температурой все

более высоких слоев, поскольку излучение более низких полностью поглощается. Таким образом производится зондирование тропосферы и значительной части стратосферы.

Для решения этой задачи измеряют излучение в полосе углекислого газа (вблизи 15 мк). Излучение в любом участке спектра состоит из суммы излучений той или иной совокупности различных слоев атмосферы. Вклад каждого слоя в общее излучение зависит от его температуры, которую нужно определить, и пропускания атмосферы, которое известно, поскольку концентрация углекислого газа в атмосфере практически постоянна. Следует также иметь в виду, что недостаточная разрешающая способность современной спектральной аппаратуры приводит к необходимости учитывать перекрывание полосы углекислого газа сравнительно слабыми полосами поглощения водяного пара. Концентрация же пара в атмосфере настолько изменчива, что ее лучше определять одновременно с температурой. Но даже независимо от этого определение концентрации водяного пара (удельной влажности) на разных высотах представляет не меньший интерес для метеорологии, нежели определение температуры.

Влажность можно определить по измерениям излучения водяного пара в его полосах поглощения, например, в полосе 6,3 мк. Для этого применимы предыдущие рассуждения, однако на этот раз должна быть известна температура каждого из излучающих слоев атмосферы. Неизвестной же величиной будет пропускание этих слоев, зависящее от неизвестной концентрации водяного пара.

Таким образом, обе задачи тесно связаны между собой. Их надо решать в такой последовательности. Сначала по измере-

ниям излучения в полосе углекислого газа определяют температуру, пренебрегая поглощением водяного пара. Затем с помощью полученной температуры определяют влажность по измерениям в полосе 6,3 мк. Далее можно уточнить температуру, учитывая перекрывание полос углекислого газа и водяного пара в области 15 мк и затем уточнить влажность.

Практическое решение обеих задач сопряжено с двумя главными трудностями. Во-первых, необходима высокая точность измерений излучения в достаточно узких спектральных интервалах (напомним, что для земной атмосферы важны изменения температуры и влажности). Во-вторых, необходимо надежное определение температуры и влажности разных слоев атмосферы из суммы их излучений.

Современная измерительная техника позволяет получить данные с требуемой точностью (во всяком случае, принципиальных препятствий к этому нет). Преодоление второй трудности осложняется тем, что извлечение температуры и влажности слоев атмосферы из суммы их излучений может привести к большим ошибкам и даже к физически бессмысленным результатам, если не принять необходимых мер предосторожности.

Чтобы избежать этих ошибок, нужно использовать сведения о вертикальной структуре полей температуры и влажности атмосферы. Кроме уже упоминавшихся выше корреляционных соотношений можно найти такую систему характеристик вертикальной структуры, через которые любое распределение температуры (или влажности) может быть представлено оптимальным образом. Оказывается, что с помощью такой системы характеристик можно обеспечить представление определяемых величин с наименьшей

ошибкой. Именно это обстоятельство и позволяет получить надежное решение так называемой обратной задачи (в данном случае задачи определения температуры и влажности по излучению, регистрируемому спутником). Рис. 5 иллюстрирует эффективность ис-

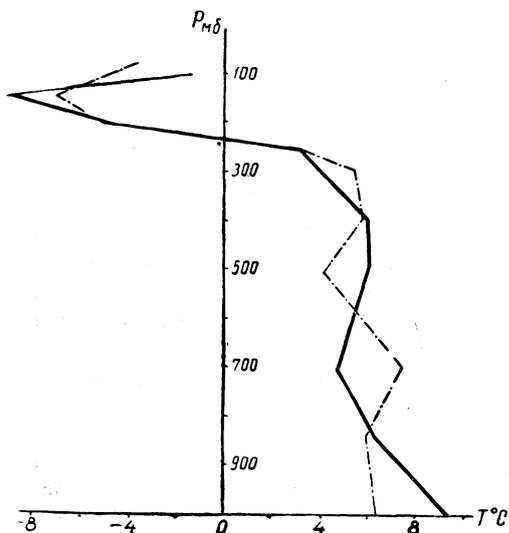


Рис. 5. Пример определения отклонений вертикального профиля температуры от среднего [сплошная кривая — истинная температура, пунктирная — восстановленная]

пользования характеристик вертикальной структуры поля температуры для определения ее высотного хода. Приведенные примеры показывают, что для эффективного использования спутников в метеорологии предстоит решить целый комплекс теоретических и экспериментальных задач.

Однако уже сейчас очевидно, что метеорологические спутники обеспечивают получение таких данных, которые в принципе не могут быть зарегистрированы даже самой густой сетью станций.

МЕТЕОРИТЫ КАК ОБЪЕКТЫ РЕЛИГИОЗНОГО ПОЧИТАНИЯ

П. Н. ЧИРВИНСКИЙ,

профессор

Метеориты издавна стали объектами религиозного почитания и сохранялись в храмах. О метеоритах рассказывают древнейшие памятники письменности Китая, Индии, Вавилона, Сирии, Египта, Греции, Рима и археологические находки до каменного века включительно. Внезапность падения, яркий свет и «гром», часто при этом небе, во все времена производили и теперь производят потрясающее впечатление на очевидцев.

Любопытно, что прежде (вплоть до начала XIX века) простые люди, случайные свидетели падения метеоритов, ошибались в толковании этого явления не многим более некоторых ученых. Так, директор Венского музея минералог Штютц выбросил метеориты из собраний музея как хлам, а по поводу сообщения о падении в 1751 г. железного метеорита Градчина в теперешней Чехословакии и другого метеорита Эйхштед, упавшего в 1785 г. в Баварии, сказал: «В наше время было бы непростительно верить таким сказкам». Швейцарский минералог Андрэ де Люк говорил, что «если бы сам увидел падение метеорита, он не поверил бы своим собственным глазам». Более того, в официальном докладе Французской академии, под которым стоят подписи Лапласа, Лавуазье, Био и других ученых, сказано, что якобы «падение камней с неба физически невозможно». Однако вскоре французским академикам

пришлось изменить взгляды на этот предмет. В 1803 г. во Франции около города Лэгли выпал каменный (метеоритный) дождь, и те же академики, командированные туда, должны были подтвердить факт падения. Они привезли в Париж первые метеориты, положившие начало коллекции этих небесных тел.

Если видные ученые заблуждались в оценке метеоритов, то неудивительно, что метеориты были и, к сожалению, кое-где остаются до сих пор объектами суеверий и религиозного дурмана.

После сказанного можно перейти к примерам. Перечислим

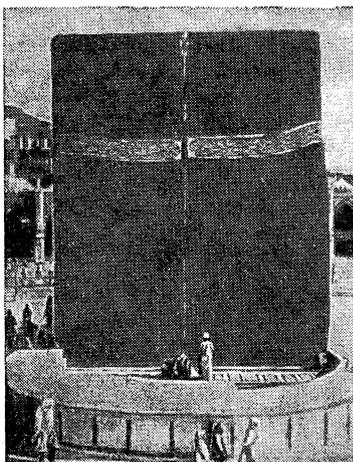
в хронологическом порядке метеориты, служившие предметом культа.

Римский император Бассиан перевез в Рим метеорит, называемый камнем бога Солнца Елагабала в храме Емиза. Изображение этого камня чеканилось на монетах императора Бассиана и городов Емизы и Ефеса.

Римский историк Аппиан (II век н. э.) сообщает о фригийском небесном камне, который был перевезен в Пессинунт и считался фригийцами и финикийцами за Кибеллу (Цибеллу) — «мать всех богов». Во время Второй Пунической войны камень перевезен в Рим, так как по указанию оракула обладание этой святыней якобы доставит государству безопасность и процветание. Другой римский историк Тит Ливий по этому поводу писал: «В государстве в это время распространился слух, будто в Сивиллиных книгах имеется стих, где сообщается о недавнем падении с неба камней. Как только какой-либо враг нападает на итальянские земли, Италия сможет отбиться с победою, если мать Идейская (т. е. Кибелла) будет перевезена из Пессинунта в Рим». Некоторые греческие писатели даже название города Пессинунт производят от слова «песейн» — падать.

Диана Эфесская, «ниспавшая от Юпитера», т. е. с неба, Афродита Пергская и Венера Кипрская были не статуи, а камни конической и пирамидальной формы. Древний культ харит существовал в Орхомене (Греция), где они почитались в образе трех черных, упавших с неба камней.

Камень, почитавшийся в Абидосе (в Дарданеллах), упал с неба в Эгос-Потамосе во Фракии в 476 или 465 г. до н. э. Это тот огромный, размером с повозку камень, который в городе Кассандрии был боготворим и который видел естествоиспытатель Плиний.



Центральная часть храма Кааба в Мекке с черным камнем

Об этом метеорите свидетельствует и Плутарх.

Так как на Востоке почитались Солнце, Луна и звезды, то обоготворялись и падающие с неба камни, принимаемые за ниспадающие звезды или осколки их. Древние звездопоклонники полагали, что в каждом таком камне сидело свое одухотворяющее их божество, способное давать пророчества. Малые камни, как имеющие «слабый дух», употреблялись для «домашнего прорицания». Более крупные, лучше хранимые, находились в распоряжении жрецов, колдунов и чародеев.

Камень храма Кааба в Мекке — главная святыня всего мусульманского мира. Метеорит сделан в один из углов кубического сооружения из грубо обтесанных камней. Он представляет собой округлый черный камень (по преданию арабов, камень принесен архангелом Гавриилом с неба белым и почернел потом от человеческих грехов), растрескавшийся и охваченный серебряной оправой. Камень пользуется известностью с VII века н. э., но непосредственному минералогическому и химическому анализу до сих пор не подвергался, и все же специалисты считают достаточно доказанным, что этот камень — метеорит. Имеются рисунки и точное описание внешнего вида камня, который мусульманские служители храма не позволяют фотографировать.

Древнейшее научное исследование падения метеорита произошло в Энзисгейме (Эльзас) 16 ноября 1492 г. Свидетелей падения было много. Упавший камень первоначально весил 118 кг. Вскоре после падения в Энзисгейм прибыл император Максимилиан, он взял с собой два куса, а самый большой кусок (59 кг) приказал повесить в приходской церкви Энзисгейма, где он и находился до конца XVIII века. Затем ка-



Падение метеорита Батензее (со старинной гравюры)

мень попал в кабинет естественной истории в Кольмаре. От него отбили много обломков, которые разошлись по разным музеям мира. Главная масса хранится ныне в Париже. Интересна надпись, которая была сделана над этим метеоритом и Энзисгейма: «Об этом камне многие знают многое, всякий что-либо, но никто достаточно».

Замечательно падение каменного метеорита 29 ноября 1662 г. в селе Новой Ерге (40 км от Великого Устюга), описанное священником этого села Изванищем в письме его в Кириллово-Белозерский монастырь. Падение произошло вскоре после захода Солнца. С запада появился яркий болид, пролетевший к зениту и сопровождавшийся шаровыми молниями. Его пылевой след ярко освещался солнечными лучами, причудливые очертания следа весьма перепугали очевидцев. Звуковые явления («яко гром и яко глагол велий, страшен») и гиперсейсма («кабы и земля тряслась, и хоромы тряслись») привели к тому, что «многие люди от ужасты на землю падали». «Каменные падали с великою яростию великое и малое горячее, а иное с жару рвало... в снегу около оттаивало от иных, кои больше и в землю уходили и вмерзло». Подобранные камни были поло-

жены на паперть, часть их отослана в Москву.

В Новгороде Великом еще в конце XIX века лежал также на паперти одной из церквей большой камень, на который любили влезать дети. По анализу автора он оказался гнейсом, а не метеоритом.

Интересна история Палласова железа, найденного казаком из деревни Медведева Красноярского края. В книге профессора Афанасия Стойковича «О воздушных камнях и их происхождении», изданной в 1807 г., приведен рассказ члена Российской академии Петра Симона Палласа, о том, как был найден этот метеорит.

В 1749 г. казак из деревни Убейской (из части ее, называемой Медведева — в 120 км к ЮЮЗ от Красноярска) нашел железную руду на горе между Убея и Сизима, реками, текущими в Енисей. На этой же горе он увидел свободно лежащую глыбу, которая весила около 40 пудов, как это было определено позднее. Глыба была железная. Его удивило, что никаких «плавильных горнов или шлаку» ни здесь, ни в хорошо знакомых ему ближайших местах не было видно. «По велику железо в сем камне ковка и бело и притом подает хороший звон», то и думал он, что не содержится ли в нем чего лучшего, кроме железа, да и «самые татары, кои почитали оный за спавшую с неба святость», подкрепили его в сем мнении. Таким образом, он взял камень с того места, и с великим трудом перевез к себе за 30 верст, в деревню Убейскую.

Исследование показало, что в железе вкраплены, как кедровые орешки, стеклоподобные зерна, оказавшиеся по дальнейшим исследованиям оливином. По распоряжению Палласа глыба была переправлена в Кунсткамеру Российской Академии наук и ныне в распиленном виде хранится в

Метеоритном музее Академии наук СССР в Москве. Замечательно, что сам Паллас не допускал мысли, что камни могут падать с неба и мнение «татар» считал за нелепость.

Что это настоящий метеорит, ныне ни у кого сомнений нет. Мало того, он принадлежит к редкой группе метеоритов: это так называемый палласит. Его состав по весу я определил таким: никелистое железо 47,8 оливии 52,2%; по объему же они составляют соответственно 28,7 и 71,3%.

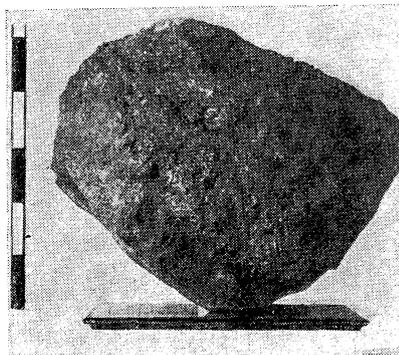
Таким образом, находка казака из деревни Медведева имеет более чем двухвековую давность. Падение произошло ранее 1749 г., оно было еще на памяти у местных жителей.

Палласово железо сыграло очень большую роль в учении о метеоритах. Его метеорное происхождение впервые доказал чешский ученый Хладный (Хладни). Это было более 170 лет назад (1794 г.).

У монгольских народов поклонение упавшим с неба камням, по-видимому, укоренилось особенно прочно. Профессор П. Л. Драверт нашел в летописи С. Ремизова (историк, картограф и инженер начальных годов царствования Петра I) интересное указание на то, что метеорит показывали Ермаку в 1585 г. сдавшиеся в плен татары в сибирском городе Ташаткан. Татары приписывали этому метеориту чудесное свойство вызывать изменение погоды. Судя по приложенному рисунку, на котором изображен с одной стороны камня Ермак с дружиной, а с другой — четыре татарина, метеорит был крупный, приблизительно в половину человеческого роста ($\frac{3}{4}$ роста по другому диаметру). П. Л. Драверт в письме ко мне от 18 июня 1945 г. замечает: «Камень, конечно, не дошел до наших дней, где-нибудь скрытый в свое время жителями. Это будет первый си-

бирский метеорит, о котором имеется историческое свидетельство».

Японский метеорит Оги, падения 1741 г. был подарен Британскому музею в Лондоне в 1883 г. Ему долгое время приносились жертвы в храме Оги и он фигурировал на одном из японских религиозных празднеств.



Метеорит «Палласово железо»

Метеорит Гоальпара, упавший в 80-х годах XIX столетия в Индии, был увенчан цветами, ежедневно умащался елеем, часто подвергался церемониальному обслуживанию и обсыпался порошком сандалового дерева. Он был положен на пьедестал. По подписке собирались деньги для постройки на этом месте храма.

В ознаменование падения метеорита Таборы (Оханский уезд бывшей Пермской губернии) 30 августа 1887 г. местным населением была построена часовня.

А вот что, по сообщению Ю. И. Симашко, рассказывают о метеорите Новый Урей (Горьковская область) падения 4 сентября 1885 г. «Камень» разбит на части и разобран местными жителями, сохранявшими его как святыню. По их словам «эти камни

исцеляют всякие болезни людей и скота, дьяволы боятся его, как креста, богатство к дому прибывает от них, быть на суде и при этих камнях всегда оправдан будешь — одним словом, это первая святыня». Одна благочестивая старушка уверяет, что она видела, «когда летел камень, то вперед от него видно было, как черт вертелся от преследования за ним камня».

Во время путешествия по Западному Китаю профессор О. С. Вялов имел возможность (также, как в 1956 г. С. А. Аристов) осмотреть железный метеорит Кумыс-Тюя (серебряный верблюд), находящийся в провинции Синцзян (КНР) недалеко от монгольской границы. Метеорит известен у казахов и киргизов под названием Кумыш-Хой-Ха (в том и другом случае по-русски «серебряный верблюд»). Монголы, казахи, киргизы, уйгуры и дунгане чтут метеорит, как священный. Имми была построена над камнем кумирня (сейчас ее нет). Метеорит считался состоящим из чистого серебра. Вес его, вероятно, около 40 т, размеры 2,6 × 1,8 × 1,6 м. Химический анализ осколка доказал с несомненностью, что мы имеем дело с типичным железным метеоритом.

Предметами религиозного почитания были метеориты и у народов Америки. Так, семифунтовый железный метеорит был в 1922 г. найден среди обломков других пород в храме Солнца в Меза Верде на юге США.

При археологических раскопках доисторических развалин близ Винона в северной Аризоне (США) Тоусенд нашел в 1928 г. обломки железных метеоритов, сохранившиеся в ящике, сделанном из шести плоских обломков лавы. Вблизи ящика находились развалины зданий. При раскопках встречались осколки утвари, обычные для Эльдо Пуэбло, где в

1926 г. вел раскопки Смитсоновский институт. Можно думать, что обломки метеорита сохранились на месте самого падения, где поэтому и был построен храм. Общий вес обломков 24 кг.

Ряд примеров того, что метеориты после их падения становились объектами поклонения, что над ними строились храмы и т. п., дают нам ацтеки — древние жители Южной Америки.

То же приходится сказать и о мексиканцах, в стране которых было относительно много выпавший железных метеоритов. Так, в Холула, где упал метеорит, была построена (кроме храма богу воздуха) пирамида и на ее вершину положен метеорит. Спутники Кортеса, по словам Гумбольдта, даже якобы видели падение из тучи этого камня на вершину пирамиды. Одна из больших железных глыб Чихуахуа в XVI веке была избрана как божественный межевой знак, другая найдена завернутой в священное полотно и т. д.

Конечно, для нынешнего культурного человека явление падения метеоритов отнюдь не есть какое-либо «божественное знамение», объект того или иного религиозного культа. Улавливая с неба камни не обладают никакими чудесными или целебными свойствами, которыми их некогда наделяло воображение невежественных людей. Вместе с тем научное исследование метеоритов имеет очень большое значение. Поэтому метеоритам место не в церквях или капищах, а в научных музеях, а лица, обнаружившие метеорит и направившие его в Комитет по метеоритам Академии наук СССР, премируются. (Подробнее об этом см. статью Е. Л. Кринова «Новые метеориты нашей страны», «Земля и Вселенная», № 1, 1965 г.)

ОБНАРУЖЕНИЕ ЖИЗНИ В КОСМОСЕ*

УИЛЬЯМ Р. КОРЛИСС

Существует ли жизнь во Вселенной? В ближайшее время будет сделана попытка выяснить это. Уже сейчас нужно создать надежные автоматические устройства. Необходимо также сформулировать наиболее приемлемые критерии наличия живой материи, т. е. знать, как поставить вопросы, чтобы разгадать эту тайну и как толковать ответы на эти вопросы. Кроме того, если существующая где-либо живая материя имеет иную качественную и структурную химическую организацию и, следовательно, в процессах питания, дыхания и выделения участвуют совершенно другие вещества, положительный ответ автоматических аппаратов, работающих по программе «земных критериев», вообще не может быть получен.

В течение веков ученые и философы разделяли диаметрально противоположные точки зрения: одни считали, что жизнь существует только на Земле, другие — что она существует и вне Земли. Сейчас получены некоторые косвенные данные, как будто указывающие на возможность жизни и даже цивилизации вне Земли. Однако ученые все более склоняются к мнению о возможности внесемной жизни не столько вследствие новых знаний, сколько потому, что жизнь на Земле оказалась исключительно выносливой, богатой в своих формах и поразительно способной к приспособлению.

Под «обнаружением жизни» надо подразумевать получение однозначного ответа «да» или «нет». Фактически сейчас мы не обладаем таким прибором, который смог бы определить формы,

находящиеся на грани жизни. Наилучшее, на что мы можем надеяться, — это лишь неокончательное предположение.

Допустим, что ракета совершает посадку на Марс и радирует на Землю, что во взятых пробах существуют аминокислоты. Можно ли будет тогда утверждать, что на Марсе существует жизнь? Нет, можно лишь сказать, что имеется положительный признак. Если были бы обнаружены белки, то это придало бы дополнительный вес допущению о вероятности жизни. Бактерия, наблюдаемая при помощи микроскопа, может для многих казаться неоспоримым доказательством жизни, но не исключена возможность, что она была занесена туда с Земли вместе с недостаточно стерилизованным оборудованием.

Таким образом, признаки, указывающие на возможность существования жизни на другой планете, всякий раз будут вызывать самую широкую дискуссию среди ученых.

ПОСТАНОВКА ВОПРОСОВ

Для решения задачи обнаружения жизни вне Земли нужна правильная постановка вопросов, которые можно разбить на три большие группы:

- 1) обнаружение на планетах химических соединений, подобных аминокислотам и белкам, которые обычно связываются с жизнью на Земле;
- 2) обнаружение признаков обмена веществ — поглощаются ли питательные вещества земного типа внесемными формами;
- 3) обнаружение форм жизни, подобных земным животным, отпечатков жизненных форм в виде ископаемых или признаков цивилизаций.

Возможно, что где-то имеются живые существа, обладающие свойствами, резко отличными от типичного земного живого мира.

* Журнал «Science and Technology», № 37, 1965 г. Статья публикуется с небольшими сокращениями. Перевод с английского А. А. Сватикова.

Ведь даже на Земле есть живые организмы (бактерии), которые трудно назвать «нормальными» с точки зрения здравого смысла, поскольку питаются они серой и железом. На других планетах подобные «ненормальности» могут быть представлены значительно реже и чаще. Однако разработку методов и аппаратуры по обнаружению жизни мы можем осуществить только на основе земных представлений о ней.

ПОИСКИ ЖИЗНИ

Хотя жизнь теоретически возможна на любой из планет, на их спутниках и на астероидах, наши возможности послышки аппаратуры пока ограничены Луной, Марсом и Венерой.

Луну большинство ученых считает абсолютно «мертвой». Однако формы жизни могут существовать в тени кратеров, особенно, если, как показывают последние наблюдения, там все еще протекает вулканическая деятельность с выделением тепла, газов и водяных паров. Луна может уже быть заражена земной жизнью после прилунения на ней «Рейнджеров» и «Лунников», а возможно, метеоритами, если они могут явиться переносчиками жизни.

Но все же вероятность жизни на Луне весьма мала. Поэтому первые лунные станции не будут оборудованы аппаратурой для обнаружения жизни.

Венера также, по-видимому, безжизненна, но по другим причинам. Согласно измерениям «Маринера-2», температуры на поверхности Венеры слишком высоки для того, чтобы там была возможна жизнь земного типа, а ее атмосфера также весьма негостеприимна.

Иное дело Марс. Его климат и атмосфера отдаленно аналогичны земным. Марс свободен от заражения веществами земного происхождения. Поэтому обнаружение внеземной жизни на нем наиболее вероятно.

ПОЛЕТЫ И ОБЛЕТЫ

Первые ракеты к Марсу будут пролетать около него на расстоянии 5000—10 000 км — слишком далеко для экспериментов по обнаружению жизни. Но даже с такого сравнительно большого расстояния можно получить ценные дополнительные сведения о

планете, выбрать наиболее подходящие места для последующей посадки.

Одним из основных приборов для исследования Марса является сканирующее устройство — инфракрасный датчик, который может применяться при полете на Марс и при облете его. Он предназначен для обнаружения концентрации водяных паров и температур выше средней. Если на Марсе существуют такие относительно влажные и теплые места, то там в первую очередь надо искать признаки жизни при посадке автоматов.

Таким сканирующим устройством является трехканальный фотометр. Один канал — для теплового исследования в диапазоне 8—12 мк, второй — для поисков водяных паров в области 2,7 мк; третий — для регистрации интенсивности света в видимой части спектра от 0,55 до 1,1 мк.

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ ПОСАДКЕ

После пролетов ракет вблизи Марса, в результате которых будет осуществлена дальняя реконструкция, наступит очередь для посадки на поверхность планеты. Можно надеяться, что марсианская атмосфера окажется достаточно плотной и можно будет осуществить мягкую посадку капсулы с помощью парашюта. Если же, как показывают некоторые расчеты, величина гравитационного поля на Марсе составляет лишь одну сороковую часть земного, то для мягкой посадки потребуется дополнительное реактивное тормозное устройство.

Однако тормозные ракеты создают ряд дополнительных трудностей. Во-первых, они увеличивают вес блока как раз в том месте, где при посадке удар особенно сильный. Кроме того, управление ими довольно сложно, что уменьшает их надежность. Наконец, и это возможно является самым главным, они затрудняют проблему обнаружения жизни. При действии выхлопных газов ракеты в районе посадки могут быть уничтожены существующие там организмы.

Возникает также проблема, связанная с количеством и размером приборов, которые должны быть доставлены на поверхность Марса — следует ли иметь множество маленьких приборов с

тем, чтобы обеспечить успешное функционирование некоторых из них и добиться статистической надежности ответов, дающих ограниченную информацию, или следует пойти на риск и попытаться осуществить выброс одного большого комплексного аппарата в идеальном месте в идеальном положении с тем, чтобы получить всю возможную информацию с этого места. Обе точки зрения имеют своих сторонников. Как далеко следует идти в попытках обнаружить жизнь в космосе? Если бы мы попытались сделать это, например, в пустыне Мохаве (Калифорния), то мы не старались бы ловить там насекомых или кроликов. Гораздо более простым экспериментом, имеющим значительно больше шансов на успех, была бы попытка обнаружить микроорганизмы, которые пронизывают всю нашу биосферу. Микроорганизмы очень стойки, их легко достать, с ними удобно работать, и они быстро размножаются. Поэтому и при посадке на Марсе следует в первую очередь использовать приборы для поиска микроорганизмов. Марсианские микроорганизмы должны иметь сходство с земными, если мы считаем, что химическая основа всей жизни аналогична земной.

СБОР ОБРАЗЦОВ

После посадки прибор по обнаружению жизни должен взять пробы для исследования. Конструкторы приборов допускают, что на поверхности Марса или вблизи нее будут пыль и другие мелкие вещества, в которых, как и на Земле, содержатся микроорганизмы. Предложено два метода сбора этой пылеобразной среды: применение клейких щупальцев и пневматических коллекторов, которые всасывают мелкие частицы с поверхности или проглатывают аэрозоли из атмосферы подобно пылесосам.

Собирать образцы! На первый взгляд это кажется простым делом. Однако каждый метод требует успешного выполнения нескольких несложных, но вполне надежных механических операций. Допустим, что после того как будут затрачены миллионы долларов на то, чтобы вывести полезную нагрузку весом 225 кг на Марс, мотор, выстреливающий щупальцы, или пневматический клапан откажут?

ПРИБОРЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЖИЗНИ

Прибор	Принципы действия	Оценка результатов
1. Радиоволновый определитель	Обнаруживать искусственные радиосигналы	Наличие цивилизации
2. Телевизионное устройство	Видиконная камера передает изображение планеты и топографию	Обнаружение крупных форм жизни, искусственных сооружений
3. Микроскопы	Линзы увеличивают объект, видиконная камера передает изображения	Обнаружение форм микрожизни, искусственных сооружений, ископаемых
4. Обнаружитель оптической активности	Оптически активные молекулы в растворе вращают плоскость поляризованного света	Оптическая активность в растворе, возможно, является единственной в своем роде для молекул, связанных с жизнью
5. Эксперименты с окрашенной (определитель полосы j)	Некоторые красители дают спектры поглощения белков в видимом спектре, затемненные полосы измеряются обычным спектрометром	Динамика интенсивности спектра позволит решить вопрос о природе молекул
6. Инфракрасный спектрометр	Инфракрасная эмиссия и отражательная способность образца зависят от его структуры	Динамика интенсивности спектра позволит решить вопрос о природе молекул
7. Ультрафиолетовый спектрометр	Ультрафиолетовое излучение поглощается селективно различными центрами в молекуле	Динамика интенсивности спектра дает возможность решить вопрос о природе молекул
8. Масс-спектрометр	Возможность обнаружения концентрации различных молекул	Зависимость концентрации от молекулярного веса фрагментов аминокислот дает ключ к структуре
<hr/>		
1. Хроматографы (газовые и жидкостные)	Сорбционные колонки отделяют компоненты продукта пиролиза	Характеристики компонентов позволяют определить структуру
2. Восстановительно-окислительный потенциал	Электроды в клетке культуры измеряют разность потенциалов при наличии окислительно-восстановительных реакций	Реакции и их потенциалы могут быть типичными для процессов жизни
3. Помутнение (ловушка Вольфа)	Может быть применен фотоэлемент для измерения интенсивности помутнения раствора культуры	Динамика мутности среды может обозначать увеличение числа организмов и, следовательно, их рост
4. Измеритель pH (ловушка Вольфа)	При помощи pH метра со стеклянными электродами	Изменения pH со временем могут указывать на генерирование продуктов обмена и, следовательно, на жизнь
5. Детекторы обмена веществ (гулливеры)	Образцу в качестве питания дается радиоактивно меченое вещество. Выделение радиоактивного CO_2 будет обнаружено счетчиками бета-частиц	Выделение CO_2 в культуральной жидкости укажет на наличие обмена веществ и, следовательно, на наличие жизни
6. Кислородный обмен	Радиоактивно меченые атомы кислорода в солях, растворенных в воде, должны обмениваться с кислородом в организмах, если имеются ферменты. Масс-спектрометр сможет обнаружить вновь меченые соединения.	Обнаружение ферментов будет доказательством наличия жизни

Могут сломаться сами щупальцы. И, наконец, что будет, если капсулу высадят на голые породы, лишённые пыли, или вверх дном на трещину?

СВИДЕТЕЛЬСТВА ХИМИИ ЖИЗНИ

Жизнь на Марсе, как и у нас на Земле, вероятно, состоит из океана сложных химических веществ. Обнаружение макромолекул, подобных нуклеиновым кислотам, белкам и ферментам, конечно, позволит с большей уверенностью предположить наличие жизни, подобной земной. Но хотя это и является серьезным доказательством, с полной уверенностью нельзя будет утверждать, что на Марсе есть жизнь. Между понятиями жизнь и преджизнь (протожизнь) имеется качественное различие, так как последнее относится к категории чисто химических состояний.

Масс-спектрометры и газохроматографы, являющиеся основными химическими приборами для предполагаемых исследований, воспринимают лишь вещества, находящиеся в газообразном состоянии. На практике это означает, что образец должен нагреваться до тех пор, пока его макромолекулы не распадутся на простейшие элементы. Однако газохроматограф ракеты «Сервейер» в состоянии обнаружить десятки относительно сложных химических веществ, подобных ацетальдегиду и пропиональдегиду. Масс-спектрометры, разрабатываемые Массачусетским технологическим институтом для Марса, смогут определять аминокислотные цепи любого молекулярного веса. Такая информация с поверхности Марса будет весьма полезной.

Почти все земные молекулы, созданные биологическим путем, проявляют оптическую актив-

ность — способность в растворе вращать плоскость поляризованного света. Например, аминокислоты обычно вращают свет влево, и их называют левовращающими. Это свойство молекул, связанное с жизнью, позволит дать положительный ответ на вопрос — есть ли жизнь или по крайней мере была ли она раньше.

Синтетически можно создать смеси, состоящие из равных частей правовращающих и левовращающих веществ. Такие смеси называются рацемными, они не проявляют оптической активности, так как обе формы уравновешивают друг друга. Но, если в смесь ввести бактерии, использующие молекулы для пищи, они нарушат равновесие, уничтожив одну из форм, и тогда проявится оптическая активность оставшегося компонента смеси. Сейчас разрабатывается прибор — ультрафиолетовый детектор. Он будет измерять степень вращения

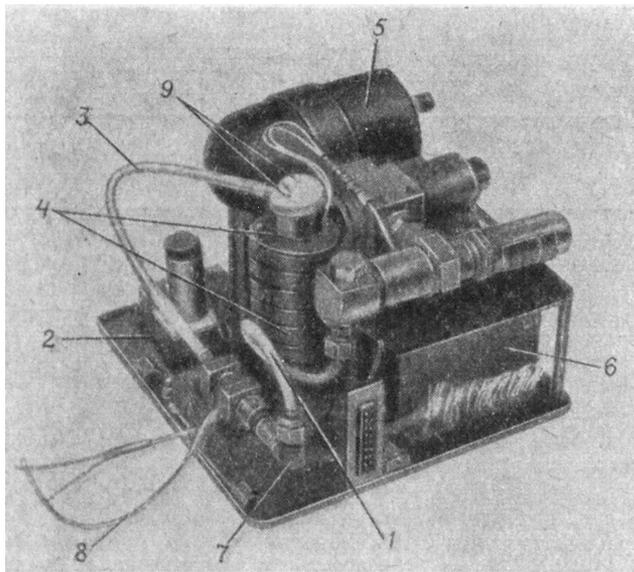


Рис. 1. Ловушка Вольфа

Ловушка Вольфа засасывает образцы пыли в камеру и смешивает ее с питательной средой. Если в среде что-либо начинает расти, помутнение и кислотность значительно возрастают: 1 — газопроводная трубка от баллона с газом; 2 — оптическое устройство (см. рис. 2); 3 — газопроводная трубка для транспортировки исследуемой пыли в камеру с питательной средой; 4 — автоматическое устройство для подачи питательной среды; 5 — баллон с газом; 6 — радиотехнический блок; 7 — горловина Вентури; 8 — сопло всасывающего устройства; 9 — рН-метр

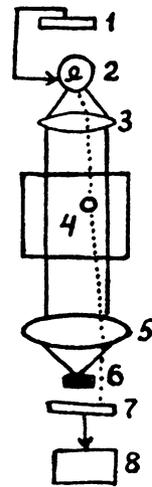


Рис. 2. Схема оптического устройства ловушки Вольфа:

1 — реостат; 2 — лампа, 3 — конденсор; 4 — камера роста; 5 — фокусирующая линза; 6 — диафрагма; 7 — фотозлемент; 8 — усилитель

поляризованного ультрафиолетового луча, прошедшего через раствор марсианской почвы.

Несмотря на высокую стоимость телевизионного сканирования марсианского ландшафта, телевидение при первых посадках на поверхности Марса будет использоваться. Уже создается микроскоп, предназначенный для сбора частиц на липком предметном стекле. Телевизионная камера, сфокусированная через микроскоп на пыль и аэрозоли, обеспечивает воспроизведение исследуемых объектов. По этим изображениям можно будет определить размеры частиц, симметрию, оптические свойства и реакции на различные биологические красители.

Еще одним из приборов, предназначенных для обнаружения жизни, является ловушка Вольфа, названная так по имени изобретателя Вольфа Вишняка (рис. 1, 2). Ловушка регистрирует два свойства жидких культур, содержащих размножающиеся микроорганизмы: увеличение помутнения и увеличение кислотности, возникающие вследствие скопления продуктов обмена веществ. Помутнение можно измерить фотоэлементом, а кислотность обычным рН-метром со стеклянными электродами. Трудность применения этих указателей жизни заключается в том, что процессы обмена веществ на Марсе могут быть более медленными, чем на Земле. Поэтому следует обеспечить возможность проведения довольно длительных операций, и связь с Землей должна осуществляться в течение всего периода. Кроме того, возникает еще один вопрос: какая пища наиболее подходяща для марсианских микроорганизмов? Этого мы не знаем. Поэтому нам следует создать питательные вещества, которые более подходят для взаимоотношения организмов с окружающей средой, имеющейся на Марсе. Скорее всего это будут организмы, которые поглощают сульфат, нитрат, карбонат и осуществляют брожение.

«ГУЛЛИВЕР» Снова ОТПРАВЛЯЕТСЯ В ПУТЕШЕСТВИЕ

Обмен веществ — одно из универсальных свойств жизни, привлекающее внимание конструкторов приборов. Он включает поглощение пищи, выброс экскрементов

и выделение тепла. Рост иногда связан с обменом веществ, но он ни в коем случае не является отличительной чертой живых веществ. Детектор жизни, названный «гулливером» по имени известного героя Свифта, открывшего необычные формы жизни на отдаленных землях, построен на обнаружении экскрементов (рис. 3).

Прибор производит три основные операции: во-первых, сбор проб с живым веществом; во-вторых, питание его радиоактивно меченой пищей и, в-третьих, обнаружение «меченых» газообразных конечных продуктов обмена веществ. Вместо пневматического сборщика образцов в «гулливере» применяются липкие щупальца, которые будучи прикреплёнными к пулям, выстреливаются из маленьких пушек, а затем втягиваются обратно. Прилипшие организмы попадают на питательную среду, меченую радиоизотопами. При наличии обмена веществ некоторые из выделяемых газов станут радиоактивно мечеными. Нынешняя модель «гулливера»

захватывает любую радиоактивную двуокись углерода или сероводород на пленку над счетчиком бета-частиц. Если в пробе происходит обмен веществ, скорость счета увеличивается по мере того, как аккумулируется все больше и больше $C^{14}O_2$ и H_2S^{35} . Имеется также контрольная камера, содержащая антиметаболит. Новый вариант «гулливера» будет включать светлые и темные циклы, чтобы улавливать фотосинтезирующие микроорганизмы.

Среди детекторов жизни «гулливер» — один из лучших.

Прототипы его успешно испытывались в пустынях, на вершинах гор и в листовенных лесах и оказались высокочувствительными.

МУЛЬТИВАТОРЫ И МИНИВАТОРЫ

Ни один из представленных до сих пор приборов не отличается многосторонностью. Эксперименты, которые можно выполнить с их помощью, ограничены. Сконструированные позже мульт-

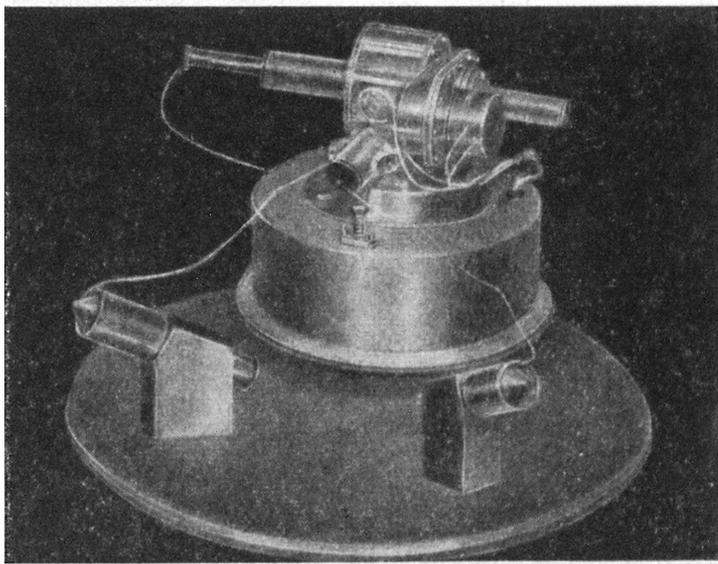


Рис. 3. Прибор «гулливер».

Маленькие пушки «гулливера» выстреливают пули, к которым прикреплены липкие щупальца. Пробы втягиваются в питательную среду камеры. При наличии микроорганизмов в процессе обмена веществ они должны усваивать некоторое меченое питательное вещество и выделять $C^{14}O_2$, которая регистрируется счетчиком бета-частиц

тиваторы и миниваторы, напротив, предусматривают постановку нескольких экспериментов. Они фактически являются миниатюризованными биологическими лабораториями. Первая конструкция мультиватора (рис. 4, 5) имела свыше 30 отдельных камер для химических реакций. Позднее начали проектировать миниваторы с числом камер менее десяти.



Рис. 4. Мультиватор — аналитический прибор, состоящий из 15 камер. Он имеет фотодетекторы, которые следят за реакциями, связанными с жизнью. Основная надежда возлагается на реакцию между марсианскими ферментами типа фосфатазы (если она там имеется) и флуоресцентным химическим веществом, связанным с фосфатом. Если подходящий фермент существует, он должен «атаковать» соединение, выявить его флуоресценцию, которая может затем быть зарегистрирована.

С течением времени миниваторы становились все больше, тогда как мультиваторы становились меньше, поэтому оба стали приближаться к показанному на рисунке прибору с 15 камерами.

В каждую из камер коллектором втягивается тонкий фильтруемый образец марсианской пыли. В камерах помещены химические и питательные вещества. Другая часть химических и питательных веществ является контрольной. Датчики, приспособленные для различных реакций, в определенные интервалы времени передают на Землю сигналы.

Один из методов обнаружения жизни, на который ученые возлагают большие надежды, основан на нахождении фермента фосфатазы, или, как его еще называют, аденозинтрифосфорной кислоты. Этот фермент представлен во всех живых системах и его можно назвать вездесущим. Распадаясь на фосфорную кислоту и аденозиндифосфорную кислоту, он дает энергию, необходимую для всех видов обмена веществ живой природы. Кроме того, фосфор — катализатор множества реакций обмена веществ, что значительно облегчает выбор субстрата, который должен быть помещен в камеру прибора.

Например, камера в мультиваторе будет заряжена субстратом, содержащим флуоресцирующий химический продукт, связанный с ионами фосфата. Эта связь делает соединение нефлуоресцирующим. При всасывании образца марсианской пыли в камеру имеющаяся в ней фосфатаза будет способствовать диссоциации связанной молекулы, флуоресцин начнет флуоресцировать, и эту реакцию обнаружит фотоумножитель.

Другие эксперименты, которые могут быть выполнены в камерах мультиватора, — это эксперименты с биолюминесценцией и восстановительно-окислительным потенциалом.

Сейчас проводится выбор экспериментов и аппаратуры для Марса. В автоматическую биологическую лабораторию могут войти приборы, описанные в настоящей статье, а также ряд новых.

Следует предпринять все усилия для того, чтобы реализовать существующие возможности и, по выражению американского радиоастронома Моррисона, определить, является ли жизнь чудом или статистикой.

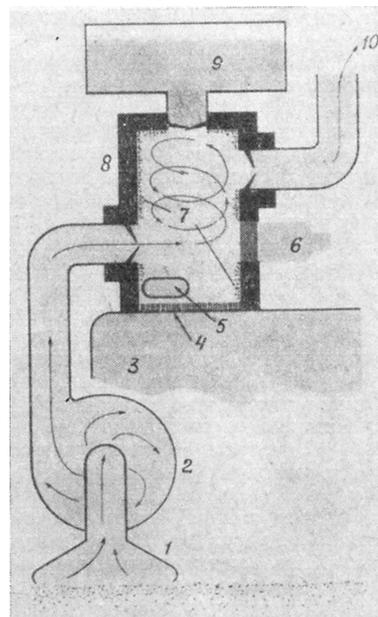


Рис. 5. Схема камеры мультиватора для определения фосфатазы: 1 — устройство для захвата пыли; 2 — вентилятор (воздушный насос); 3 — фотоумножитель; 4 — обнаружитель флуоресценции; 5 — субстрат; 6 — контрольная лампа; 7 — пыль; 8 — реакционная камера; 9 — рабочий раствор флуоресцина; 10 — газотвод

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ
О НОВЕЙШИХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ
О ЛУННОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

О «ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ГИПОТЕЗЕ» ПРОИСХОЖДЕНИЯ РАДИОШУМОВ ВЕНЕРЫ



ЛЮДИ НАУКИ

БЕРНХАРД ШМИДТ — ВЫДАЮЩИЙСЯ ОПТИК XX ВЕКА

П. В. МЮРСЕНП,
кандидат физико-математических наук

1930 год для оптиков знаменателен тем, что сотруднику Гамбургской астрономической обсерватории в Бергедорфе Бернхарду Шмидту удалось реализовать свое изобретение и изготовить зеркальный телескоп большой светосилы, свободный от комы. Изобретение Шмидта было настолько оригинальным, что оно изумило оптиков того времени и сейчас считается одним из выдающихся достижений в области телескопостроения.

Телескопы системы Шмидта получили широкое распространение. Но несмотря на это, о самом Шмидте известно очень мало. До сих пор о нем почти нет литературы на русском языке. Только несколько коротких статей, написанных, в основном, гамбургскими астрономами, повествуют о жизни Бернхарда Шмидта. Одним из самых полных его жизнеописаний является статья, вышедшая из-под пера коллеги Шмидта по гамбургской обсерватории доктора А. А. Вахмана. В ней, между прочим, указывается, что Б. Шмидт был по национальности эстонец.



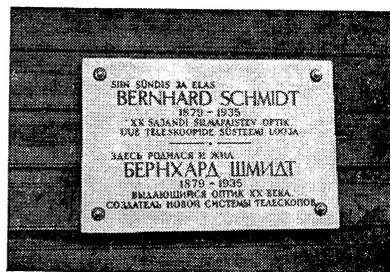
Бернхард Шмидт в 1930 году

СЫН ЛОЦМАНА СТРОИТ ТЕЛЕСКОПЫ

В метрической книге одной из Таллинских церквей имеется запись о том, что Бернхард Шмидт родился 30 марта (по старому стилю) 1879 г. в Эстонии, на небольшом острове Найссаар, в 20 километрах к северу от Таллина. Его отец, Карл-Константин Шмидт, был лоцман, дед, Матиас, — рыбак.



Дом на острове Найссаар, в котором родился и жил Б. Шмидт и мемориальная доска на этом доме



В 15-летнем возрасте Бернхард Шмидт после неудачного эксперимента со взрывчатыми веществами потерял правую руку. До 1901 г. он учился и работал в Таллине; позже изучал инженерные науки в Швеции (в Гетеборге) и в Германии (в Митвейде).

Близкий друг Шмидта в Митвейде инженер Э. Грюнфельд-Тамме, проживающий ныне в городе Тарту (Эстонская ССР), рассказывает:

«Я учился в митвейдском техникуме с 1911 по 1914 гг. В Митвейде я познакомился с Бернхардом Шмидтом и часто бывал в его мастерской. Хотя по характеру Шмидт был скромн и застенчив, по окончании какого-либо заказа он преображался и любил повеселиться.

Когда Шмидт купил автомобиль, то мне пришлось окончить шоферские курсы в Хемнице, чтобы выручить друга. Шмидту не разрешили водить машину, так как у него была только одна рука. Мы вдвоем разъезжали по Германии и Швейцарии.

Когда началась первая мировая война, всех эстонцев (нас было 13—15 человек) заключили в тюрьму Вальдхейм, как подданных вражеской страны. Среди заключенных были русские, французы и представители других национальностей, родина которых находилась в состоянии войны с Германией».

Позднее заключенных перевели в лагерь для пленных и интернированных. После освобождения из лагеря Шмидт оказался под надзором полиции. Когда он стал продолжать астрономические наблюдения со своим горизонтальным телескопом, полиция

заподозрила его в передаче световых сигналов русским воздушным силам и запретила проводить наблюдения.

Карин Педасте, проживающая в Тарту, рассказывает: «Немецкая фамилия Шмидта и его работа в Германии вводят многих в заблуждение, якобы он был немец. Около 1910 г. группа эстонцев примерно в 20 человек отправилась в Митвейду для приобретения при техникуме профессии инженера. Там они встретили Бернхарда Шмидта. Последний сразу присоединился к своим соотечественникам. Мне пришлось побывать в мастерской Шмидта, где велись шлифовальные работы...

После учебы в техникуме Шмидт работал над шлифовкой линз и над фотографированием небесных тел с изобретенным им телескопом. Стекло для изготовления линз он заказывал в Италии. Иногда он приглашал в свою мастерскую моего отца Яна Аккерберга, который помогал ему, особенно при фотографировании.

В 1913—1914 гг. Б. Шмидту удалось изготовить телескоп, с помощью которого он сфотографировал Луну с небывалой до тех пор четкостью. Когда выяснилось, что его телескоп лучше имеющегося в Потсдамской обсерватории, Шмидт получил заказ на перешлифовку линз потсдамского телескопа. Из Потсдама линзы были перевезены в Митвейду, где Шмидт с большим вдохновением начал работу и получил отличные результаты. Позднее он перешлифовал линзы телескопов и некоторых других обсерваторий.

Шмидт нередко посещал Эстонию».

Заведующий кафедрой финно-угорских языков Тартуского государственного университета академик АН Эстонской ССР профессор Паул Аристе в 1932—1933 гг. учился в Гамбурге. Он не раз бывал в мастерской Шмидта и помнит его очень хорошо. В 1933 г. Аристе был еще молод, и 54-летний Шмидт с седоватыми подстриженными щеточкой усиками показался ему стариком. Как вспоминает Аристе, Шмидт был коренастый, но не толстый, выше среднего роста. Несмотря на свою замкнутость, Шмидт был очень приветлив и гостеприимен.

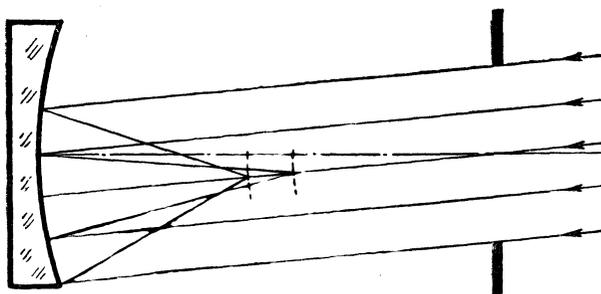
Шмидт не скрывал своего изобретения, но держал в тайне метод изготовления коррекционной пластинки. После его смерти не оказалось наследников, которые могли бы получать возможные доходы от изобретения, поэтому директор Бергедорфской обсерватории профессор Шорр счел возможным в 1936 г. огласить секрет изготовления коррекционной пластинки вместе с некоторыми рисунками.

К сожалению, Бернхард Шмидт не дожил до того времени, когда его изобретение получило полное признание, и телескоп с оптической системой, свободной от комы, получил распространение во всем мире.

ЧТО ТАКОЕ ЗЕРКАЛЬНАЯ СИСТЕМА, СВОБОДНАЯ ОТ КОМЫ

Оптики, до Шмидта, при конструировании зеркальных систем уже добились уничтожения сферической aberrации и астигматизма. Это им удалось благодаря соответствующему выбору строения оптической системы, прежде всего с помощью деформирования поверхностей. В частности, при отражении от параболического зеркала сферическая aberrация отсутствует. Но появление комы у такого зеркала оказывалось неизбежным, и все искусство оптического проектирования состояло в том, чтобы с помощью различных приемов уменьшать этот недостаток.

Шмидт выбрал другой путь. Он вернулся от параболического зеркала к сферическому, поставил перед ним диафрагму и получил таким образом систему, у которой вообще нет ни комы, ни астигматизма. Совершенно независимо от того, как параллельный пучок лучей падает через диафрагму на сферическое зеркало, он всегда отражается одинаково. Каждый пучок лучей

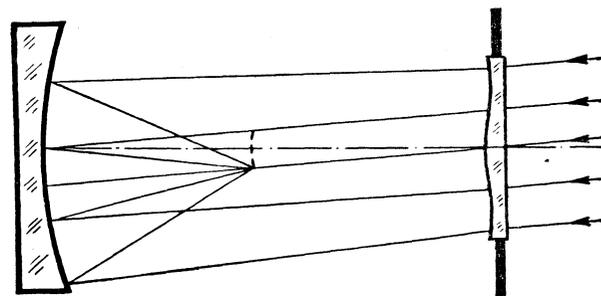


Система, свободная от комы и астигматизма, но не свободная от сферической aberrации

имеет здесь свою «главную» оптическую ось, и изображение получается на сферической поверхности, центр кривизны которой совпадает с центром кривизны вогнутого зеркала, а радиус равняется половине радиуса вогнутого зеркала.

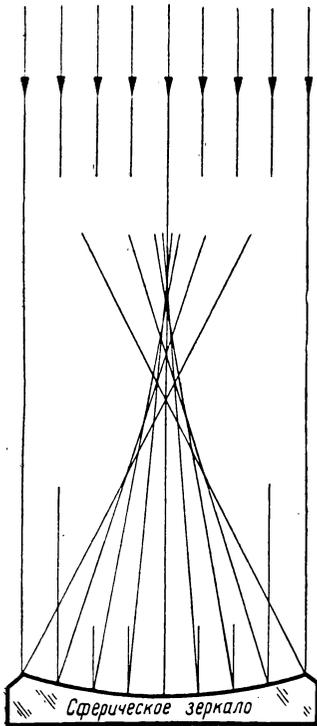
Кроме кривизны поверхности изображения, недостатком сферического зеркала, снабженного диафрагмой, остается его сферическая aberrация.

Желая избежать комы, нельзя освободиться от сферической aberrации обычным путем, т. е. придавая зеркалу параболическую форму. Шмидт нашел новое оригинальное решение для освобождения от сферической aberrации: он вставил в диафрагму линзу с малой выпуклостью или, вернее, слабдеформированную пластинку. Эта коррекционная пластинка отклоняла лучи света так, что они после отражения от сферического зеркала сходились без сферической aberrации.

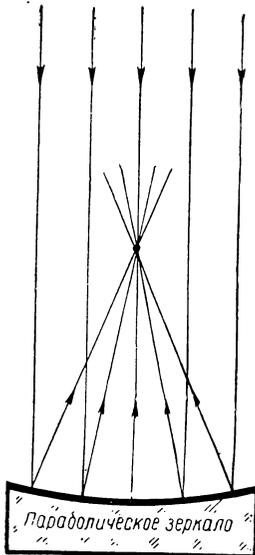


Применение коррекционной пластинки устранило сферическую aberrацию

СФЕРИЧЕСКАЯ АБЕРРАЦИЯ



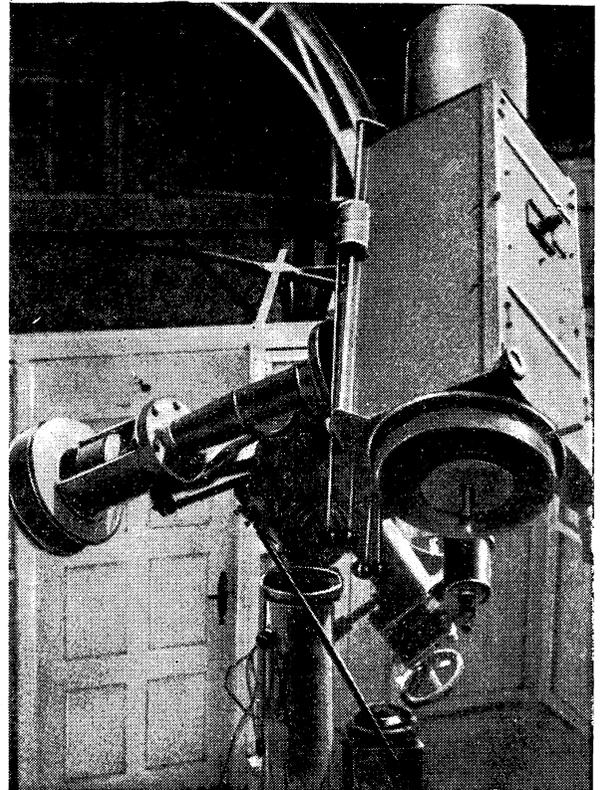
Лучи света, отражающиеся от краев сферического зеркала, собираются в фокусе, который находится ближе к зеркалу, чем фокус центральных лучей



Параболическое зеркало свободно от сферической абберации

Изготовление тонкой коррекционной пластинки — исключительно точная и тонкая работа. Если бы предложение сконструировать шмидтовский телескоп поступило от какого-нибудь теоретика, тогда возникло бы серьезное сомнение, возможно ли вообще изготовить такую коррекционную пластинку. Но Бернхард Шмидт, как способный практик, осуществил в кратчайший срок свою идею. В 1930 г. он закончил работу над зеркальной системой с коррекционной пластинкой диаметром 36 см, а толщиной только 5 мм, и со сферическим зеркалом диаметром 44 см и фокусным расстоянием 62,5 см. Светосила была, таким образом, 1 : 1,75. Это первое шмидтовское зеркало дало на выпуклой пленке полезное поле диаметром 16°. Изображения звезд были исключительно маленькие и форма их не изменялась по всему полю.

По просьбе профессора Шорра, Шмидт изготовил для Бергедорфской обсерватории еще одну зеркальную систему с большим фокусным расстоянием (диаметр коррекционной пластинки и зеркала 60 см, фо-



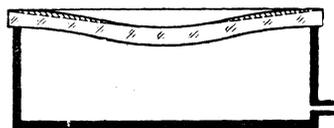
Первый телескоп с коррекционной пластинкой

кусное расстояние 3 м, светосила 1 : 5, поле зрения 3°, 2). Монтаж и регулировка этого телескопа были последней работой Шмидта.

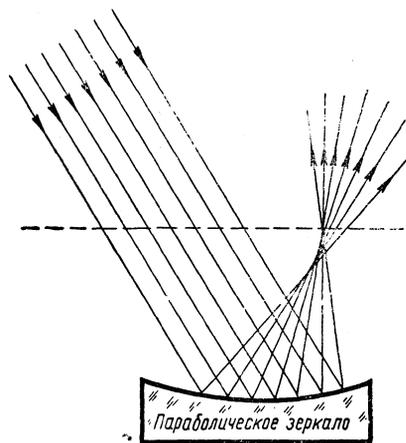
СЕКРЕТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРРЕКЦИОННОЙ ПЛАСТИНКИ

Шмидт заметил, что форма упругой пластинки, деформированной под равномерно распределенной нагрузкой, очень сходна с формой коррекционной пластинки. Это наблюдение и было положено в основу метода Шмидта. Он клал тонкую плоскопараллельную стеклянную пластинку на сосуд, отверстие которого было примерно такого же размера. При выкачивании из сосуда воздуха стеклянная пластина искривлялась под большим внешним давлением. При достижении нужного прогиба выкачивание воздуха прекращалось и начиналось шлифование и полирование поверхности пластинки так, чтобы она стала плоской. Затем в сосуд впускался воздух, после чего пластинка приходила к своему первоначальному состоянию. Нижняя часть пластинки была теперь плоская, но верхняя имела нужную искривленную форму.

Такой метод изготовления коррекционных пластинок мог изобрести только человек, который одновременно был практиком и теоретиком и овладел всеми тонкостями обработки оптического стекла. Обработка пластинок требует исключительной осторожности и большой чувствительности кончиков пальцев. Шмидт потратил на выработку формы коррекционной пластины много недель. Профессор В. Бааде вспоминает,



Способ изготовления коррекционной пластинки



КОМА

Если параллельный пучок света падает на параболическое зеркало под некоторым углом, то изображение окажется похожим на небольшой кометный хвост.

что однажды Шмидту пришлось непрерывно работать над стеклянным диском 36 часов.

Ныне коррекционные пластинки изготавливают по-другому, путем так называемого ретуширования.

ПРИМЕНЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ШМИДТОВСКОЙ СИСТЕМЫ

С изобретением шмидтовской зеркальной системы многолетнее соревнование между рефлекторами и рефракторами закончилось полной победой первых.

Шмидт опубликовал очень мало материала о теоретических основах своего телескопа. Он ограничился только описанием принципа. Теоретическим исследованием телескопа первыми занимались Бенгт Стремгрен (1935 г.) и К. Каратеодори (1940 г.), а позднее финская женщина — астроном Л. Отерма (1955 г.). От В. Бааде, который в 1931 г. работал в Бергедорфе вместе со Шмидтом, первые вести об удаче Шмидта дошли до Америки. Самый большой интерес проявил профессор Хэйл, который в дополнение к строившемуся тогда 5-метровому рефлектору решил построить еще и шмидтовский телескоп. Упомянутый рефлектор-гигант был установлен на обсерватории Маунт Паломар в Калифорнии в 1949 г., после 18 лет строитель-

ва. Первый изготовленный в Пасадене шмидтовский телескоп, которым доньше пользуются на Маунт Паломаре, имеет коррекционную пластинку диаметром 45 см, диаметр сферического зеркала 65 см и фокусное расстояние 90 см. При светосиле 1 : 2 он дает полезное поле наблюдения в 9°. С 18-дюймовым телескопом в течение 3,5 лет вели наблюдения за 3000 галактиками, причем были открыты двенадцать сверхновых звезд.

На этом примере мы видим, какое большое значение имеют шмидтовские телескопы в современной астрономии. Благодаря очень большому полю зрения и высокой светосиле можно в кратчайший срок сделать снимки больших областей неба и найти относительно слабо светящиеся объекты. Астроном может после этого решать, какие отдельные объекты представляют интерес для специального исследования с помощью большого рефлектора.

Телескоп Шмидта и рефлектор с параболическим зеркалом отлично дополняют друг друга. Для использования в паре с 5-метровым телескопом возникла необходимость построить более крупный шмидтовский рефлектор. Так был изготовлен «Большой Шмидт» с коррекционной пластинкой в 1,25 м и сферическим зеркалом 1,80 м. С ним можно получить при светосиле 1 : 2,5 полезное поле 6°. Размеры фотопластинки при этом 36 × 36 см. Достаточно 10-минутного экспонирования, чтобы на фотопластинке получились изображения звезд до 20-й звездной величины. «Большой Шмидт» был использован при составлении подробной карты неба, известной под названием Паломарского атласа. Доступная инструменту часть неба сфотографирована на 935 пластинках. Каждая область неба заснята на одной пластинке в красной и на одной — в синей части спектра. Звездный атлас содержит 500 миллионов звезд и 10 миллионов туманностей. Один из самых больших и современных телескопов этого типа вступил в строй на Бергдорфской обсерватории в двадцатую годовщину со дня смерти Шмидта. Оптика этого инструмента изготовлена Народным предприятием «Карл Цейсс» в Йене (ГДР).

Паломарский «Большой Шмидт» уже превзойден универсальным зеркальным телескопом, который построен народным предприятием «Карл Цейсс» по заказу Гер-

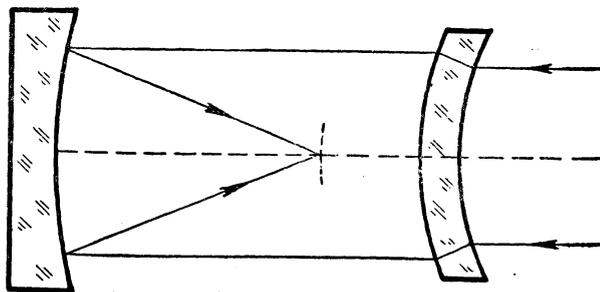
манской Академии наук и установлен на обсерватории Таутенбург близ Йены. Диаметр коррекционной пластинки этого инструмента 134 см, диаметр зеркала 2 м, фокусное расстояние 4 м. На пластинке 24 × 24 см можно получить полезное поле примерно 5°. Заводы Цейсса имеют ряд заказов на такие телескопы. Два из них будут изготовлены для обсерваторий Советского Союза.

ДАЛЬНЕЙШЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗЕРКАЛЬНО-ЛИНЗОВОЙ СИСТЕМЫ

Нельзя не упомянуть обсерватории, в которой уже при жизни Шмидта было два телескопа. Это обсерватория университета города Турку в Финляндии. Она построена профессором Ю. Вяйзьяля, который лично сооружал как инструменты, так и необходимые здания. Узнав об изобретении Шмидта, он в качестве эксперимента изготовил телескоп с отверстием 17 см и с фокусным расстоянием 34 см, а в 1934 г. построил новый большой телескоп с коррекционной пластинкой диаметром 50 см с фокусным расстоянием 103 см. На пластинке 12 × 12 см можно было получить изображение поля величиной 6°40'. Инструмент оказался очень подходящим для отыскания малых планет.

Опираясь на давно сделанное Пиацци-Смитом предложение, Ю. Вяйзьяля первым добился выпрямления поля изображения. Для достижения этой цели он поместил перед изображением тонкую двояковогнутую линзу (Шмидт применял плоско-выпуклую). Хроматическая аберрация линзы исчезающе мала. Вызванную линзой малую кому, как показал Вяйзьяля, можно

Система Д. Д. Максутова



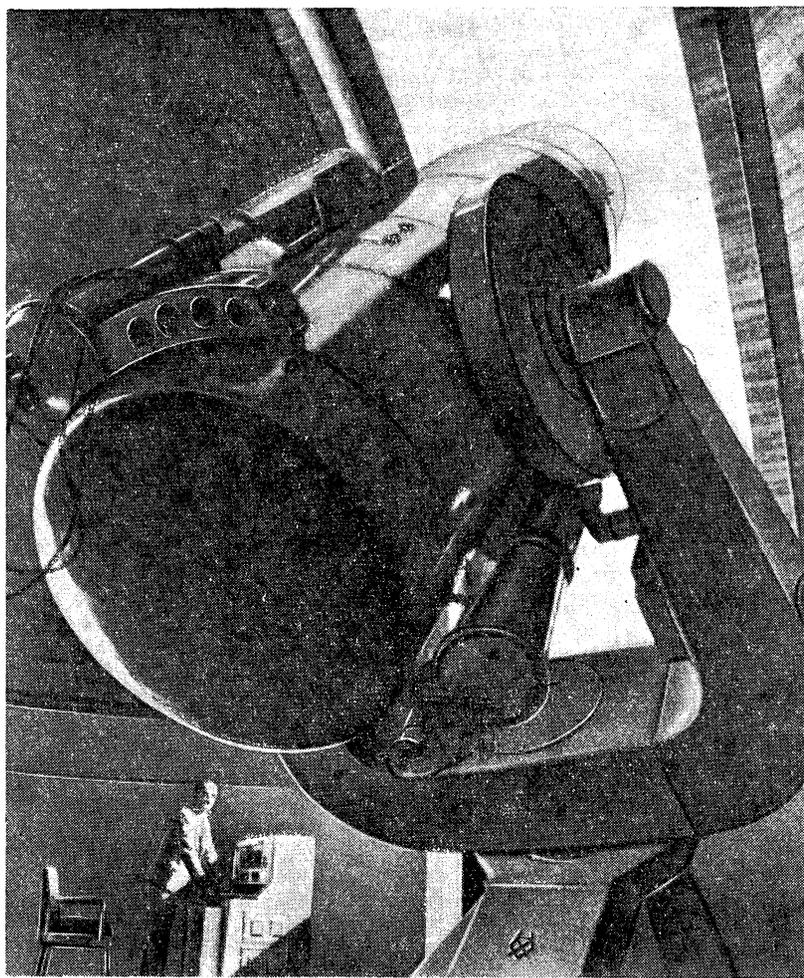
уменьшить, если коррекционную пластинку немного приблизить к зеркалу.

В связи с последним открытием у Вязяля возникла мысль еще уменьшить длину телескопа. И это оказалось возможным.

Надо отметить, что телескоп Шмидта в таком виде, как он был им сконструирован, является до настоящего времени самым мощным вариантом зеркальной системы, свободной от комы. Но если говорить о слабых сторонах шмидтовского телескопа, то к ним относятся такие, как его большая длина (двойное фокусное расстояние), искривленная поверхность изображения и неудобный доступ к ней. Однако ни один из этих недостатков не является настолько значительным, чтобы телескоп потерял свою ценность. Это доказывает хотя бы тем, что и теперь среди больших шмидтовских телескопов преобладают инструменты, соответствующие по своему оптическому строению первоначальной форме, данной Шмидтом.

Телескоп, сконструированный профессором Вязяля, уступает по мощности шмидтовскому оригинальному телескопу. Преимущество телескопа Вязяля в том, что длина его зеркальной системы в два раза меньше. Это дает большой экономический выигрыш. Монтровка и купол могут быть в таком случае значительно меньше.

Известны многочисленные варианты оптической системы Шмидта, простые и сложные, в частности и такие, в которых светосила достигает $1:0,5$. Это сделало камеры Шмидта совершенно необходимыми для решения многих научных и производственных задач, в частности и для телевидения.



Бюраканский 100-сантиметровый телескоп системы Шмидта

Другую свободную от комы оптическую систему в 1941 г. предложил Д. Д. Максutow. Она также основана на применении сферического зеркала, но исправление сферической аберрации достигается в этом случае не шмидтовской пластинкой, а мениском — линзой, которую можно рассматривать как результат изгиба толстой плоскопараллельной пластинки. Системы Максutowа имеют свои достоинства, но очень большие светосилы с ними получить не удастся. Впрочем, самые сверхсильные системы с очень большим полем зрения получаются при комбинации идей Шмидта и Максutowа.

* * *

Шмидт был большим специалистом своего дела. Он получил удивительные результаты с помощью довольно примитивного оборудования. Поражала его чуткость и уверенность в определении нужного момента для прекращения полировки. Вероятно, секрет успехов Шмидта заключался в способности его глаза обнаружить малейшие отклонения шлифуемой поверхности от идеальной формы. Ясный ход мышления и опыт подсказывали ему, как устранить те или иные недостатки. Удивительна была необыкновенная чувствительность его единственной левой руки. Шмидт говорил: «Моя рука чувствительнее, чем самый точный эталон».

О полировке машиной он отзывался неодобрительно, говоря: «Если рука почувствует трение, вы можете моментально прекратить работу до выравнивания температуры. Ваша машина не может этого обнаружить, она полирует дальше, нагревая то место, где возникло трение, вследствие чего дефект возрастает».

Со дня смерти Шмидта прошло тридцать лет. Несмотря на многие открытия в области астрономической оптики, зеркала с высоким оптическим совершенством и телескопы большого астрономического значения остаются связанными с именем Бернхарда Шмидта. Ныне все передовые обсерватории мира оснащены телескопами его системы.



КАКОВА ФОРМА СПИРАЛЕЙ ГАЛАКТИКИ

С тех пор, как были получены первые доказательства спиральной структуры Галактики, многие астрономы пытались проследить ее детали. Эта задача осложняется тем, что распределение межзвездного газа, полученное из наблюдения линии нейтрального водорода длиной 21 см, не дает отчетливых спиральных рукавов. Кроме того, погрешности наблюдений, неопределенности в определении расстояния и большие неоднородности в распределении газа могут внести значительные искажения в определение искомой структуры.

Тем не менее советские астрономы Н. С. Кардашев, Т. А. Лозинская и Н. Ф. Слепцова считают, что картина распределения водородных облаков в Галактике в целом отражает действительное положение дел, а имен-

но, что даже, если Галактика имеет спиральную структуру, угол закрученности спирали не может сильно отличаться от 90°. Для подтверждения этого предположения они проверили все имеющиеся в наличии профили линии 21 см, полученные вблизи галактического экватора, и привлекли данные о дискретных радиоисточниках, излучающих на волне 21 см, а также данные оптических наблюдений. Исходя из этих данных, советские ученые пришли к выводу, что система Млечного Пути может быть представлена логарифмической спиралью из двух ветвей, причем угол закрученности ее плавно меняется от 83° в центральных частях до 85° во внешних областях галактического диска. (Угол закрученности — это угол между радиусом-вектором точки на спиральном рукаве и касательной к рукаву в этой точке.) В 1959 г. австралийский радиоастроном Б. И. Миллс также выдвигал предположение о том, что угол закрученности для Галактики составляет около 83°.

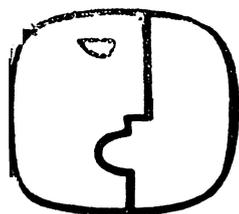
«Астрономический журнал», т. XLI, 4, 601



(К стр. 23)

Земля и Луна находятся практически на одинаковом расстоянии от Венеры, и по наблюдениям с нее блеск полной Земли больше блеска полной Луны на 4,0 звездных величины. Следовательно, если для земного наблюдателя блеск полной Луны равен —12,7 звездной величины, то для лунного наблюдателя блеск полной Земли на 4,0 звездной величины больше и равен —16,7 звездной величины, т. е. слабее блеска Солнца (—26,8 звездной величины) на 10,1 звездной величины.

В полнолуние к Земле обращено лунное полушарие, непосредственно освещенное Солнцем. В новолуние — полушарие, освещенное отраженным от Земли солнечным светом. В первом случае звездная величина источника света равна —26,8 звездной величины, а во втором — на 10,1 звездной величины слабее и, следовательно, блеск Луны в новолуние будет на 10,1 звездной величины меньше, чем в полнолуние, т. е. —2,6 звездной величины. Такова звездная величина Луны в новолуние.



СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

ИЗУЧЕНИЕ ПЛАНЕТ ТИПА ЗЕМЛИ

Огромный интерес к планетам типа Земли — Марсу и Венере — в наши дни объясняется блестящими достижениями в области космических исследований. Уже проведен ряд наблюдений этих планет аппаратурой, установленной на ракетах и космических станциях, и получены интересные результаты.

Для посадки автоматических станций на поверхности Марса и Венеры нужно всестороннее изучение этих планет.

В нашей стране для координации исследований в рамках Комиссии по физике планет Астрономического совета АН СССР в 1963 г. была создана Рабочая группа по изучению планет земного типа. Ежегодно на совещаниях Рабочей группы ученые обсуждают полученные результаты и намечают планы дальнейших исследований. В 1964 г. такое совещание Рабочей группы состоялось в Киеве, а в 1965 г. — в Крымской астрофизической обсерватории.

Основное внимание на этих совещаниях уделялось спектроскопическим, фотометрическим и

полиметрическим методам исследований, позволившим получить новые данные, касающиеся физико-химических характеристик атмосфер Марса и Венеры.

АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Задача определения давления у марсианской поверхности по фотометрическим наблюдениям сводится к вычислению оптической толщины атмосферы по формулам теории рассеяния света в планетных атмосферах.

Советские астрономы Н. Н. Сытинская, В. В. Шаронов, Н. П. Барабашов и другие в разное время пришли к согласованному результату относительно значения оптической толщины атмосферы Марса. Атмосферное давление у поверхности оказалось равным 60 мм ртутного столба*.

* Здесь и далее величина давления приведена в миллиметрах ртутного столба, отсчитываемых по барометру-анероиду. Ртутный барометр в данном случае, не годится, так как его показания зависят от напряжения силы тяжести, различной для разных планет. (Ред.)

Такое же значение было получено и из поляризационных наблюдений.

Однако сейчас определением атмосферного давления на Марсе занялись спектроскописты. Используя полосы молекулярного поглощения (полосы углекислого газа), ряд американских астрономов, а также наш советский астроном В. И. Мороз нашли, что давление на Марсе примерно в три раза меньше, чем это следует из фотометрических и поляризационных измерений.

В чем здесь дело? Каким оценкам отдать предпочтение?

На совещании в Киеве В. И. Мороз, Н. Н. Сытинская и Э. Г. Яновицкий высказали соображения, что определение давления с использованием оптической толщины атмосферы приводит к заведомо завышенному значению. Дело в том, что те же фотометрические и поляризационные наблюдения Марса, по которым находится оптическая толщина атмосферы, указывают на постоянное присутствие в марсианской атмосфере твердых (аэрозольных) частиц — пыли и ледяных кристалликов. Это засорение марсианской атмосферы значительно увеличивает ее оптическую толщину. Другими словами, мы никогда не можем определить оптическую толщину чисто газовой атмосферной оболочки Марса, а ведь именно газовая составляющая должна фигурировать в формуле для определения атмосферного давления. Что же касается спектроскопического мето-

да, то он свободен от влияния аэрозольных частиц и дает сведения о чисто газовой атмосфере.

Э. Г. Яновицкий для оценки влияния аэрозоля на результат определения атмосферного давления по оптической толщине провел весьма показательный расчет. Он использовал измерения оптической толщины земной атмосферы и по ним вычислил атмосферное давление у поверхности Земли. Вместо действительных 760 мм ртутного столба он получил значение около 1700 мм, что, безусловно, объясняется запыленностью земной атмосферы очень мелкими твердыми частицами, радиус которых около 10^{-6} см. Их присутствие на фоне молекулярной среды выявить почти невозможно, поскольку они рассеивают солнечный свет почти по тому же закону, что и молекулы газа.

Таким образом, спектроскопический метод определения атмосферного давления для планет, атмосферы которых содержат аэрозоль, по-видимому, более обоснован, и в качестве наиболее вероятного значения атмосферного давления у поверхности Марса мы должны принять 15—20 мм ртутного столба.

Недавно А. В. Мороженко закончил большую серию измерений поляризации Марса фотоэлектрическим способом. Эти измерения позволили ему определить атмосферное давление, используя поляризующие свойства марсианской атмосферы в различных участках спектра. Давление у поверхности Марса оказалось не больше 15 мм ртутного столба.

Надо полагать, что даже приведенные выше значения давления завышены. В частности, результаты измерений зависят от оптических свойств поверхности Марса.

Так, если подтвердятся сведе-

ния о шероховатости поверхности Марса, то это приведет к уменьшению вычисляемого значения оптической толщины его атмосферы и одновременно к уменьшению оценки количества аэрозольных частиц. В этой связи следует обратить внимание на то, что по данным «Маринера-4» атмосферное давление у поверхности Марса около 10 мм ртутного столба.

Что касается атмосферного давления у поверхности Венеры, то В. И. Мороз считает его равным 10 атм. Наблюдения дают величину давления только для верхней границы облачного слоя — 20 мм ртутного столба, а давление у поверхности планеты можно для определенной модели атмосферы найти из вычислений.

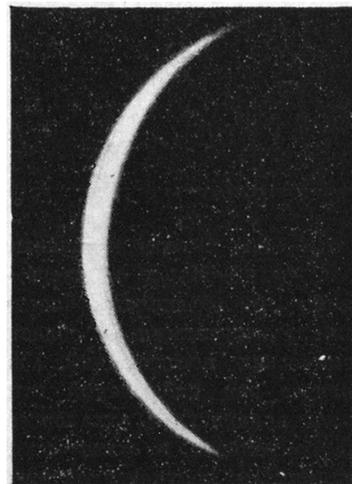
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕР ВЕНЕРЫ И МАРСА

Обсуждению этого вопроса предшествовали обстоятельные доклады В. К. Прокофьева «Анализ и перспективы спектроскопических исследований Венеры и Марса» и В. И. Мороза «Обзор по инфракрасной спектроскопии Венеры и Марса».

В атмосфере Венеры сейчас надежно установлено присутствие углекислого газа, кислорода и паров воды, а в атмосфере Марса — углекислого газа и водяного пара.

Недавно были обнаружены вариации интенсивности полос углекислого газа в атмосфере Венеры. Кроме того, отдельные наблюдатели констатировали появление темных и светлых образований на диске Венеры в коротковолновой области спектра. Большинство темных пятен неустойчиво, и уже через два-три дня после появления они теряют контраст и исчезают на ярком

фоне планеты. Однако встречаются и устойчивые пятна большой протяженности, которые удается наблюдать в течение нескольких дней. К сожалению, вследствие беспокойства земной атмосферы пока не удалось получить спектр темных пятен и тем самым сузить круг гипотез об их происхождении. Нет пока и поляриметрических наблюдений отдельных пятен, хотя в целом



Снимок Венеры, полученный Слайфером на Флагстафской обсерватории

изучение поляризации Венеры достоверно указывает на присутствие в ее верхней атмосфере прозрачных частиц — мелких кристалликов (льда?) или капелек воды диаметром около 2 мк.

Светлые пятна, наблюдаемые опять же в ультрафиолетовых лучах, вблизи краев линии терминатора (границы света и тени) почти всегда занимают большую площадь и могут наблюдаться несколько недель. Некоторые наблюдатели считают, что эти пятна расположены у полюсов пла-

неты. Светлые пятна, значительно меньшие, чем «полярные», иногда наблюдаются вблизи средней зоны терминатора. Как правило, эти пятна слабо различимы и существуют недолго. В их реальности никто не сомневается. Но иногда в литературе встречаются сообщения о появлении на Венере небольших, но довольно светлых пятен в различных местах освещенной части диска. Существование их спорно, тем более, что сами наблюдатели иногда сравнивают эти пятна со вспышками.

В докладе В. И. Мороза были кратко рассмотрены инфракрасные приемники излучения, имеющиеся в настоящее время для различных областей инфракрасного спектра, и изложены основные физические характеристики атмосфер Венеры и Марса (химический состав, давление, температура, размеры аэрозольных частиц и др.). В. И. Мороз подчеркнул важность решения таких задач, как изучение изменения количества углекислого газа с фазой и по диску Венеры и уточнение его содержания в атмосферах Венеры и Марса по интенсивности ненасыщенных полос, проведение спектральных наблюдений Венеры и Марса с высоким разрешением в инфракрасном окне прозрачности земной атмосферы — на волнах 8—13 мк.

Совещание Рабочей группы 1965 г. приняло решение в дальнейшем проводить кооперативные систематические наблюдения Венеры и Марса. О необходимости этих исследований говорилось в ряде выступлений.

О поляриметрических исследованиях Венеры и Марса рассказали А. В. Мороженко и М. М. Поспергелис. А. В. Мороженко сообщил о новых результатах изучения зависимости степени поляризации Марса от длины волны и фазового угла, получен-

ных в Главной астрономической обсерватории АН УССР. Из этих исследований и была найдена оценка атмосферного давления у поверхности Марса (15 мм ртутного столба), о которой мы уже упоминали. А. В. Мороженко указал на необходимость дальнейших поляриметрических наблюдений планет в различных спектральных участках параллельно с фотометрическими наблюдениями. Такой материал будет весьма ценным с точки зрения приложения теории для определения физических характеристик планетных атмосфер.

М. М. Поспергелис описал устройство изготовленного им автоматического поляриметра и рассказал о перспективах его применения.

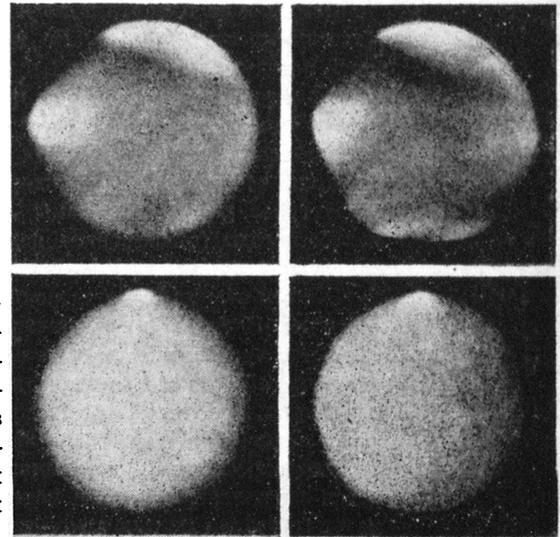
С большим вниманием участники совещания заслушали сообщение Л. А. Митрофановой о ведущихся в Главной астрономической обсерватории АН СССР в Пулковке работах по лабораторному исследованию молекулярных спектров поглощения различных газов. Эти работы представляют особую важность для интерпретации спектральных наблюдений планетных атмосфер, и Рабочая группа порекомендовала продолжить их.

И. Н. Минин рассказал о теоретических работах планетной лаборатории Ленинградского университета, которые позволят в будущем интерпретировать поляриметрические наблюдения Марса, выполненные в Главной астрономической обсерватории АН УССР. Рабочая группа одобрила эти исследования и рекомендовала расширить, включив фотометрические и спектрофотометрические наблюдения.

Н. А. Козырев подчеркнул важность систематических наблюдений ночной стороны Венеры (получение спектров, а также фотографий с целью обнаружения очагов свечения, связанных с

нижними слоями облачного покрова).

Особое внимание на совещании было уделено новым методам наблюдений Венеры и Марса — фотоэлектрическому сканированию, получению снимков с короткими экспозициями с помощью телевизионной техники. С большим интересом было за-



Снимки Марса, полученные в голубых лучах в 1954 (сверху) и 1956 (внизу) гг., свидетельствующие об изменчивости структуры «голубого слоя»

слушано сообщение о разработках новых типов инфракрасных приемников в Институте физики АН УССР.

Поскольку наземные наблюдения позволяют решить только ограниченный круг вопросов, на совещаниях отмечалась необходимость более широкого развертывания внеатмосферных наблюдений планет.

И. К. КОВАЛЬ,
кандидат
физико-математических
наук

ДИНАМИКА КРУПНОМАСШТАБНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ДВИЖЕНИЙ

(Международный симпозиум,
Москва, 23—30 июня 1965 г.)

Погода и ее изменения хотя бы на ближайшие сутки интересуют многих. Не меньше желающих знать погоду в общих чертах и на следующий месяц. Специалистов же волнуют не только эти вполне практические вопросы. Они стремятся глубже разобраться в движущих силах атмосферной циркуляции, что позволит прежде всего надежнее и оперативнее решать проблемы предсказания элементов погоды (атмосферное давление, температура, ветер, осадки и др.) на сравнительно короткий срок. Затем станут более уверенными долгосрочные прогнозы. Наконец, в перспективе — разумное управление процессами погоды. Для решения этих проблем сейчас используются новейшие достижения науки и техники. В динамической метеорологии — науке, изучающей атмосферу как сложную физическую систему, — применяются самые последние и совершенные методы математики. Создаются математические модели атмосферы, которые можно было бы исследовать на современных быстродействующих электронных вычислительных машинах (ЭВМ). Использование ЭВМ для моделирования атмосферы — это новый качественный этап развития динамической метеорологии. Потребности науки вызывают дальнейшее совершенствование вычислительной техники, так как даже самые совершенные и совершенные ЭВМ пока не в состоянии полностью решать сложнейшие системы уравнений, которыми описываются атмосферные процессы.

Необходимость использования сложного математического аппарата — следствие сложности самой природы атмосферы. В ней происходят движения самых различных масштабов — от сантиметра до нескольких тысяч километров!

Какие движения определяют погоду и на какой срок? На какой срок и с какой надежностью можно дать прогноз состояния атмосферы (или, как говорят, прогноз погоды)? Можно ли, вообще говоря, получить прогнозы на очень большие сроки (несколько недель, месяц или более)? Если этого нельзя сделать для отдельных элементов погоды, то нельзя ли найти такие параметры атмосферы, которые можно было бы предсказывать на долгий срок? А что для этого нужно знать о состоянии ат-

мосферы в данный момент или за какой-то промежуток времени? И каков должен быть этот промежуток? Какие факторы кардинальным образом определяют основные черты атмосферной циркуляции? На эти и многие другие вопросы пока трудно дать однозначные ответы. Нужно время и новые поиски. Пока мы не можем ставить прямые эксперименты в атмосфере (речь идет, конечно, о погодообразующих факторах) для того, чтобы улучшить математический аппарат исследования. Сейчас можно только наблюдать состояние атмосферы и на основе полученных данных строить ее математические модели. Выводы могут быть проведены опять-таки лишь через наблюдения сегодняшнего дня или путем обработки старых наблюдений. Иной раз подтверждение выводов — это тоже целая серия фундаментальных исследований.

С появлением метеорологических спутников существенно увеличился поток метеорологической информации о состоянии атмосферы. Но еще нужно определенное время, чтобы она стала давать «научную отдачу» в виде более совершенных математических моделей атмосферы.

Обмен мнениями и результатами исследований существенно помогает продвижению вперед. Он необходим в такой области исследований, как теория атмосферной циркуляции. Вот почему проходивший в Москве Международный симпозиум по динамике крупномасштабных атмосферных процессов явился большим научным событием. В работе симпозиума приняли участие ведущие ученые многих стран (СССР, США, Англии, Японии, Индии, Норвегии, ФРГ, Болгарии, Швеции, ГДР, Финляндии, Франции, Югославии, Венгрии, Канады, Австралии, Греции, Исландии и других). Заседания симпозиума проходили в здании Московского университета на Ленинских горах.

Симпозиум проводился Международной комиссией по динамической метеорологии. Открыл ее председатель комиссии профессор А. Элиассон (Норвегия). Со словами приветствия к симпозиуму обратились вице-президент Академии наук СССР академик М. Д. Миллиончиков, академик Е. К. Федоров (Гидрометеорологическая служба СССР и

Всемирная метеорологическая организация), профессор Б. Л. Дзердзеевский (Межведомственный геофизический комитет при Президиуме Академии наук СССР), председатель Национального организационного комитета по проведению симпозиума, член-корреспондент АН СССР А. М. Обухов.

Доклады и сообщения, которые обсуждались на симпозиуме, можно свести к следующим основным направлениям: а) методы решения задач динамики атмосферы на ЭВМ; б) теория долгосрочного прогноза и моделей общей циркуляции атмосферы; в) вопросы одновременных наблюдений за состоянием атмосферы в глобальном масштабе; г) физические и статистические аспекты исследования крупномасштабных атмосферных процессов; д) взаимодействие атмосферы и океана, влажность и облачность, энергетика атмосферных процессов; е) эмпирические исследования общей циркуляции атмосферы.

Член-корреспондент АН СССР Г. И. Марчук рассказал о теоретических основах алгоритмизации решения исходной системы уравнений, применяемой для прогноза погоды на ЭВМ. Докладчик подчеркнул перспективность алгоритмирования («расщепления») сложной задачи прогноза на ряд последовательных простых задач, решение которых не представляет особых трудностей для современных ЭВМ. Это открывает возможности для развития очень широкого фронта исследований, варьирования постановки задач и автоматизации трудоемкого процесса программирования задач прогноза погоды. Создание стандартных и устойчивых алгоритмов для решения этих задач на ЭВМ — ключ ко многим новым решениям задач теории прогноза погоды методами математики.

Доклад члена-корреспондента АН СССР А. М. Обухова и профессора А. С. Момина также был посвящен актуальным вопросам исследования атмосферных процессов математическими методами. Кроме описания состояния атмосферы сложной системой уравнений, можно при исследовании процессов в атмосфере установить некоторые общие статистические закономерности. Если система уравнений неизбежно содержит в себе значительную долю абстракции по отношению к реальной атмосфере (ведь система уравнений по существу моделирует некоторую «идеальную» атмосферу со свойствами, близкими к реальной), то статистические закономерности определяются только по значениям реально наблюдаемых в атмосфере изменений. Оба направления исследований дополняют друг друга. Так, имеющиеся в настоящее время частные результаты говорят, что свойства дифференциальных операторов, описывающих вертикальную структуру атмосферы и соответствующие этой структуре

статистические характеристики, весьма сходны. Исследования в этом направлении несомненно приносят новые интересные результаты.

Здесь уместно еще раз подчеркнуть, что математическое моделирование крупномасштабных процессов в атмосфере не является самоцелью. Цель исследований — теоретические результаты, необходимые для долгосрочного прогноза погоды.

Доклад профессора М. И. Юдина был посвящен отысканию тех характеристик атмосферы, которые могли бы быть прогнозированы на достаточно большой срок. Задача эта чрезвычайно трудная и поэтому при исследовании были использованы методы статистики и динамической метеорологии. Первые результаты оказались положительными. Но впереди еще много неясных вопросов. Нужны время, научный поиск, эксперименты на ЭВМ. Программа таких экспериментов обсуждалась в докладе члена-корреспондента АН СССР Е. Н. Блиновой, отметившей, что весьма перспективными должны быть, например, исследования по использованию информации о реально наблюдаемом ветре в расчетах на ЭВМ. (Заметим, что использование данных о реальной скорости ветра для расчетов погоды на ЭВМ — задача значительно более сложная, чем это может показаться на первый взгляд). В докладе был затронут также вопрос о сети метеорологических станций, необходимых для прогноза погоды. Как наиболее рационально расположить сеть метеорологических станций? По-видимому, решение этого вопроса неоднозначно. Каждая крупная проблема по изучению атмосферной циркуляции может довольствоваться некоторой оптимальной сетью станций. Ясно также, что универсальная сеть станций должна быть достаточно плотной. Между тем нельзя не учитывать экономические затраты на создание и эксплуатацию каждой новой станции.

В докладе профессора Л. С. Гандина сообщалось, что уже сейчас (если исключить экономические аспекты проблемы) можно не только заметить, в каких местах наиболее рационально установить новые станции, но и оценить, к какому уточнению сведений приведет создание новой станции в какой-либо части земного шара. Трудность же как раз и заключается теперь в том, что мы должны знать, какая точность необходима при расчетах атмосферной циркуляции или прогноза погоды на ЭВМ. По мнению Е. Н. Блиновой, редкая сеть станций во многих районах земного шара (особенно в океане) может быть восполнена специально поставленными исследованиями, которые давали бы возможность «восстановить» недостающие данные наблюдений на основе решения динамических уравнений для атмосферы.

Профессор Дж. Чарни (США) придерживается

иной точки зрения. Он считает, что необходимо провести глобальный эксперимент по наблюдению за атмосферой всеми доступными нам средствами на достаточно плотной сети станций. А если это окажется необходимым, то существенно дополнить эту сеть новыми станциями. Теоретическими предпосылками этому послужили следующие факты. Доктор Е. Н. Лоренц (США) показал недавно, что атмосфера — неустойчивая динамическая система в том смысле, что ее произвольные малые возмущения могут привести со временем к относительно большому росту амплитуд колебаний. Если это так, то вообще говоря, можно предсказывать будущее состояние атмосферы лишь на ограниченный срок. С точки зрения математического моделирования атмосферы это означает, что допущенные в исходных данных ошибки могут привести к ложному прогнозу. Чтобы возможно полнее и точнее знать начальное состояние атмосферы, нужна достаточно плотная сеть станций наблюдения. Кроме того, результаты доктора Е. Н. Лоренца были проверены в США на специальной математической модели атмосферы, которую построил профессор И. Минц (США). Эта модель по отношению к реальной атмосфере сильно идеализирована, но с точки зрения вычислений на ЭВМ вполне устойчива. Использование различных вариантов «испорченных» начальных данных действительно приводило к тому, что прогнозирование в этой модели можно было осуществлять уверенно лишь на срок 14—18 дней. В то же время в силу своей внутренней устойчивости счета модель дает возможность вести расчеты на несколько дней вперед. Значит, несущественные отклонения в начальных данных приводят к различным ситуациям в будущем. А это и есть определенный вид неустойчивости движения в модели.

Окончательные выводы для реальной атмосферы по этим экспериментам пока трудно сделать. Важно отметить, что на симпозиуме вопрос о необходимости точности исходных данных остался открытым.

Член-корреспондент АН СССР И. А. Кибель посвятил свой доклад одной из актуальных задач динамической метеорологии — созданию детализированной гидродинамической теории отдельных облаков и облачных систем, тесно связанных с характером погоды. Для случая стационарной осесимметрической задачи им были получены интегральные решения, которые дают возможность широко варь-

ровать в выборе условий, определяющих характер системы облаков. В частном случае были рассчитаны отдельные кучевое облако и целая облачная система «глаза» тайфуна.

Помимо исследований с помощью математического моделирования, на симпозиуме большое место заняли доклады по эмпирическим методам исследования общей циркуляции атмосферы. Долгое время на основании данных наблюдений атмосферы ученые искали определенные ритмы в ее циркуляции. Но безуспешно. Если такие ритмы существуют, то есть возможность использовать их в долгосрочных прогнозах. И не только в прогнозах. Раскрытие ритмов или периодов циркуляции атмосферы постепенно приведет к созданию картины общей циркуляции атмосферы, позволит определить взаимодействие ее частей и движущих сил. Совсем недавно, наконец, удалось обнаружить определенную закономерность циркуляции атмосферы над тропиками на значительных высотах. Оказалось, что приблизительно в течение 26 месяцев в экваториальной области ветры на высотах 20 км дуют с запада на восток, а в течение следующих 26 месяцев наоборот — с востока на запад.

Дальнейшему изучению этого интересного факта посвятили свои доклады доктора В. Бёме (ГДР), К. Лабичке (Западный Берлин), Р. Рид (США) и др. Они остановились на различных аспектах этого явления и предложили ряд объяснений. Однако на симпозиуме не удалось все же сформулировать какие-либо окончательные выводы.

Вопросы, затронутые на симпозиуме, были настолько важными и актуальными, что оживленные дискуссии и споры продолжались даже во время прогулки на теплоходе по каналу Москва-Волга, организованной для участников и гостей. Участники симпозиума ознакомились также с научными учреждениями и достопримечательностями Москвы.

Все доклады и сообщения, представленные на симпозиум, будут изданы отдельной книгой.

Следующий симпозиум намечено провести в 1967 г. в Швейцарии во время Ассамблеи Международного геодезического и геофизического союза. Он будет посвящен взаимодействию атмосферных движений среднего масштаба с общей циркуляцией атмосферы.

С. В. НЕМЧИНОВ,
кандидат физико-математических наук

НА КОСПАРе В АРГЕНТИНЕ

(Заметки членов
советской делегации)

С 10 по 21 мая 1965 г. в Аргентине проходили VIII сессия и VI симпозиум Комитета по исследованию космического пространства (КОСПАР).

Впервые в истории КОСПАРа его пленарное заседание проходило так далеко от Европы. Это осложнило участие делегаций ряда стран в работе сессии.

Советская делегация состояла из 10 человек. Ее возглавлял академик А. А. Благонравов — вице-президент КОСПАРа. В составе делегации были и авторы этих строк.

Из Москвы мы вылетели ранним утром 8 мая. Весь путь до Буэнос-Айреса занял 37 часов. Первую часть пути (до Парижа с промежуточной посадкой в Копенгагене) мы летели на советском самолете. В Париже мы пересели на самолет аргентинской авиакомпания, следовавший через Мадрид и Даккар (столица Сенегала). Из Даккара вылетели глубокой ночью, а ранним утром 9 мая оказались на другом берегу Атлантики, в бразильском городе Ресифе, расположенном на 20° южнее экватора. Следующая посадка была в Рио-де-Жанейро. Наконец, во второй половине дня, в 14 часов по местному времени (21 час по московскому), советская делегация прибыла в Буэнос-Айрес.

Из московской весны мы попали в аргентинскую осень. На это потребовалось менее двух суток.



Центральная площадь Буэнос-Айреса

Столица Аргентины Буэнос-Айрес — один из крупнейших городов Южной Америки. Он расположен на берегу Атлантики, в устье реки Ла-Плата. Хотя по красоте он уступает Рио-де-Жанейро, тем не менее сам город и его окрестности привлекают внимание своеобразной южной экзотикой. Жителям средних широт непривычно видеть гигантские пальмы под открытым небом на центральных улицах современного города. В архитектуре города нет единого стиля. Наряду с уль-

трасовременными зданиями европейского и американского типа, встречаются здания староиспанского стиля.

10 мая все делегации прибыли в курортный город Мар-дель-Плата, расположенный на 400 км южнее столицы, на побережье Атлантики. Это небольшой город, в котором жители Буэнос-Айреса в летние месяцы спасаются от жары. Теперь этот город был наполовину пустым, так как курортный сезон окончился. Климат здесь существенно суровее.

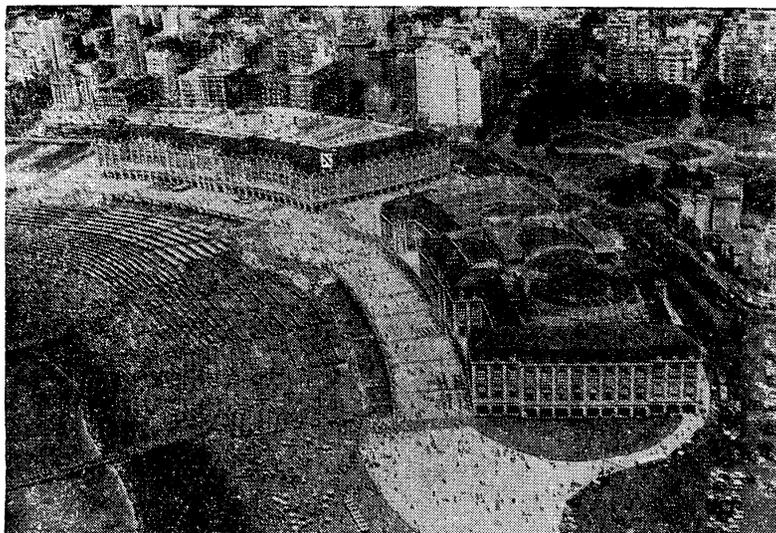
чем в Буэнос-Айресе. Растительность напоминает нашу, много хвойных лесов. Пальмы под открытым небом встречаются только в парках.

Заседания комитета КОСПАР и симпозиум проходили в помещении вместительного семиэтажного отеля «Провинциаль», в котором разместились все делегации. Этот крупнейший отель города находится у самого большого пляжа и резко диссонирует с окружающими его преимущественно высотными зданиями.

Заседания симпозиума проводились по очень жесткой программе, включавшей работу нескольких секций (исследования галактического и внегалактического пространства, проблемы атмосферной циркуляции, аномалии южного полушария, верхняя атмосфера, ионосфера, магнитосфера и радиационные пояса, солнечное излучение и межпланетная среда, медицина и космические исследования). Кроме того, были проведены ряд заседаний рабочих групп по каждой из секций.

От Советского Союза с национальным докладом на VIII пленарном заседании КОСПАРА выступил академик А. А. Благодатов, рассказавший о достижениях советских ученых в исследовании космического пространства за минувший год. Доклад вызвал живой интерес присутствующих, и его отголоски быстро разошлись среди делегатов. Из других национальных докладов наибольшее внимание привлек доклад делегации США.

Авторы этих строк уделили основное внимание работе секции «Магнитосфера и радиационные пояса». Наиболее интересными, на наш взгляд, на этой секции были доклады советских ученых Ш. Ш. Долгинова, Е. Г. Ерошенко, Л. Н. Жузгова «Изучение земной магнитосферы в области радиационного пояса на спутни-



Отель «Провинциаль» (отмечен крестиком), в котором проходили заседания комитета КОСПАРА и симпозиум

ке «Электрон-2», Е. Г. Ерошенко «Исследование земной магнитосферы на расстояниях 7—11,6 земных радиусов с помощью спутников «Электрон» и Б. А. Тверского «Перенос и ускорение заряженных частиц в земной магнитосфере». Из иностранных докладов нас особенно заинтересовали доклады американских ученых Н. Несса и др. о результатах измерений магнитного поля на искусственном спутнике «Эксплорер-18» («ИМП-1»), Л. Дж. Кахилла об измерении магнитного поля на ночной стороне Земли с помощью искусственного спутника «Эксплорер-14» и Дж. Р. Винклера — об изменении энергии электронов в магнитосфере в течение магнитоактивных периодов.

В докладе Ш. Ш. Долгинова, Е. Г. Ерошенко и Л. Н. Жузгова рассмотрен эффект уменьшения напряженности геомагнитного поля по сравнению с предполагаемой на геоцентрическом расстоянии в три земных радиуса. Этот

эффект был найден при измерениях на спутнике «Электрон-2» и служит одним из факторов, характеризующих взаимодействие заряженных частиц внутри магнитосферы с геомагнитным полем. Важным и интересным является также вывод авторов, сделанный на основе экспериментальных исследований, о том, что источник, вызывающий главную фазу магнитной бури, расположен внутри магнитосферы Земли на расстоянии 3,5 земных радиуса и, по-видимому, не есть замкнутый кольцевой ток, текущий в экваториальной плоскости.

В работе Е. Г. Ерошенко анализируется характер отклонений земного поля от дипольного в магнитоактивный период по данным «Электрона-2» и рассматривается движение границы магнитосферы во время магнитной бури, измеренное с помощью приборов, установленных на спутнике «Электрон-4».

Обе работы советских ученых

особенно интересны тем, что дают основание по-новому взглянуть на процессы взаимодействия плазмы с полем внутри магнитосферы во время магнитной бури.

Внимание участников симпозиума привлекла работа Б. А. Тверского, изучавшего различные механизмы переноса частиц от границы магнитосферы в глубь геомагнитной ловушки, обусловленные нарушением третьего адиабатического инварианта движения частицы. Причина нарушения адиабатической инвариантности, по мнению докладчика, — быстрые возмущения магнитного поля, связанные с внешним началом бури. •

Доклад Н. Несса и его сотрудников, посвященный изучению межпланетного и геомагнитного полей, содержит обширный материал об измерениях поля магнитного хвоста Земли, экспериментально открытого с помощью искусственного спутника «Эксплорер-18». По мнению американских ученых, Земля представляет собой «магнитную комету», ядро которой — магнитосфера, а магнитный хвост вместе с вмо-

роженной в него плазмой простирается вплоть до орбиты Луны. В аналогичной работе Л. Дж. Кахилла анализируются данные искусственного спутника Земли «Эксплорер-14», измерявшего поле хвоста на меньших геоцентрических расстояниях, чем «Эксплорер-18» (вплоть до границы геомагнитной ловушки на ночной стороне). Во время магнитной бури внутренний «край» хвоста приближается к границе ловушки. При этом происходит деформация пограничных магнитных силовых линий ловушки; эти линии как бы спрямляются в направлении, параллельном магнитному хвосту.

В краткой заметке невозможно изложить содержание даже наиболее интересных работ, доложенных на секции «Магнитосфера» и на других секциях. Авторы этих строк выступали с докладом, в котором изложили свою новую гипотезу о взаимосвязи ряда геофизических явлений, обуславливающих динамику геомагнитной ловушки (полярные сияния, радиационные пояса и магнитные бури). Мы писали об

этом в №№ 3 и 4 журнала «Земля и Вселенная».

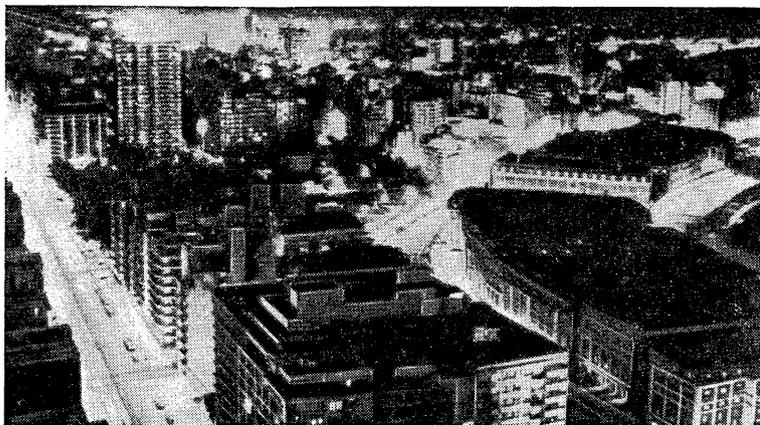
После доклада мы получили приглашения на беседы с ведущими иностранными учеными, присутствовавшими на сессии КОСПАРа, — Н. Нессом, Л. Кахиллом, Дж. Данжи, Д. Вильямсом, П. Ротзвелл и другими.

Беседы были посвящены разъяснению и обсуждению деталей нашей гипотезы. В ходе этих встреч и бесед иностранные ученые сообщили нам ряд экспериментальных фактов, подтверждающих нашу гипотезу, и познакомили со своими работами, не представленными на симпозиум и пока еще не опубликованными.

18 мая 1965 г. состоялось заседание второй Рабочей группы под председательством доктора Х. Фридмана (США). На этом заседании по предложению советской делегации было принято решение создать подгруппу по тематике «Динамика геомагнитной ловушки». Создание такой подгруппы, сопредседателями которой стали доктор Е. Паркер (США) и доктор Г. А. Скуридин (СССР), свидетельствует о возросшем интересе ученых различных стран к изучению динамических связей между явлениями, происходящими в околоземном космическом пространстве. Цель работы подгруппы — комплексное изучение строения земной магнитосферы, магнитного хвоста, корпускулярного излучения, захваченного геомагнитной ловушкой, полярных сияний и магнитных бурь, а также исследование динамики этих явлений, обусловленной взаимодействием солнечного ветра с геомагнитным полем. В связи с этим особое внимание уделяется процессам ускорения солнечных заряженных частиц и прорыва этих частиц внутрь магнитосферы и внутрь геомагнитной ловушки.

16 мая мэрия города Мар-дель-Плата устроила прием для деле-

Мар-дель-Плата — ночью



готов КОСПАРа на ферме, в 25 километрах от города. После исполнения аргентинских танцев и песен и показа гостям наездников в национальных одеждах делегатов пригласили на асадо. Асадо — гордость аргентинской кухни, представляет собой мясо во всех видах, зажаренное на кострах под открытым небом. Картина приготовления этого блюда весьма впечатляющая. Костры были разведены прямо у павильона, в котором происходил прием, и делегаты могли насладиться всей живописностью приготовления асадо.

21 мая советская делегация вернулась в Буэнос-Айрес. Несколько дней, которые мы провели в столице Аргентины до отлета в Москву, были посвящены беседам и встречам с аргентинской общественностью. Академик А. А. Благонравов и доктор физико-математических наук А. Г. Масевич выступили по местному телевидению.

Утром 24 мая мы вылетели из Буэнос-Айреса. Наш путь лежал через Монтевидео, Сан-Пауло, Рио-де-Жанейро, Даккар, Цюрих и Амстердам. Вечером 25 мая мы прибыли в Москву.

Г. А. СКУРИДИН,
доктор
физико-математических
наук,

В. Д. ПЛЕТНЕВ,
кандидат
физико-математических
наук

ЧИТАЙТЕ
В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ
О МЕЖДУНАРОДНОМ
СИМПОЗИУМЕ В ФИНЛЯНДИИ
ПО СОВРЕМЕННЫМ ДВИЖЕНИЯМ
ЗЕМНОЙ КОРЫ
О СОВЕЩАНИИ РАБОЧЕЙ
ГРУППЫ ПО ПРОБЛЕМАМ
ПЛАНЕТНОЙ КОСМОГОНИИ
В МОСКВЕ
О IV СЪЕЗДЕ ВАГО (РИГА,
ОКТАБРЬ 1965 г.)

НА ФИНИШЕ ПЕРВОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ВОСЬМИЛЕТКИ

За восемь лет, прошедших со дня старта первого советского искусственного спутника Земли, в СССР на орбиту выведено 130 спутников с общим весом 400 тонн. Если учесть веса конечных ступеней ракет-носителей, то всего за это время в нашей стране

выведено на орбиты искусственных спутников Земли свыше 500 тонн.

Прогресс в области освоения космоса делает возможным выведение на орбиту космического корабля весом 400—500 тонн уже в конце семидесятых годов.

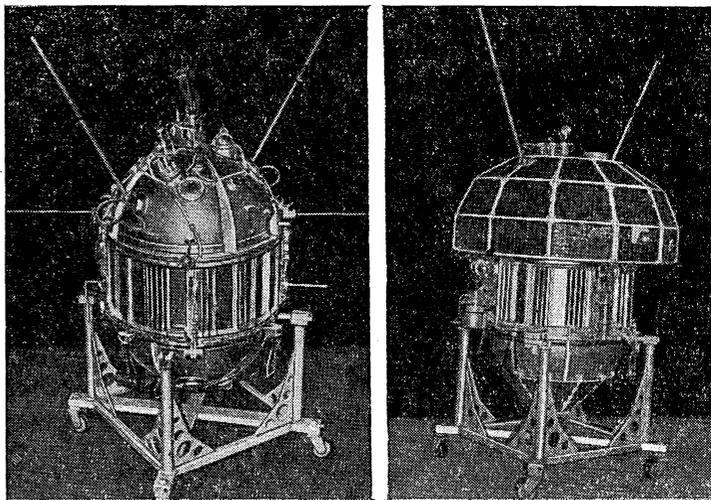
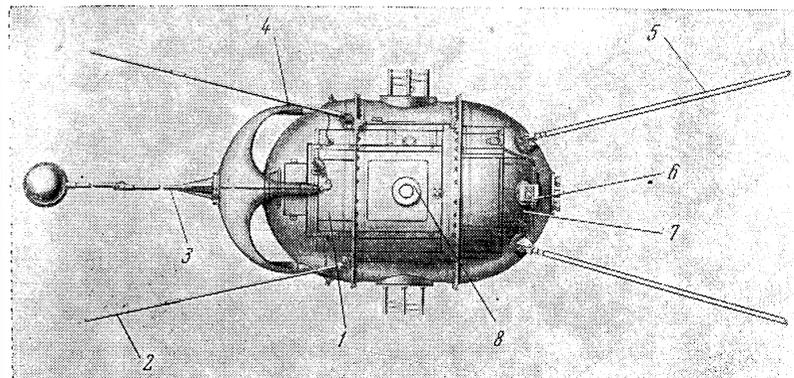
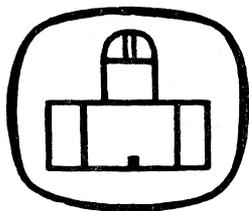


Рис. 1. Модификация спутников серии «Космос». На спутниках этой серии советские ученые проводят научные исследования с марта 1962 г. К ноябрю нынешнего года выведено на орбиту 94 спутника этой серии

Рис. 2. Схема одного из спутников серии «Космос»: 1 — блок научной аппаратуры, 2 — антенна радиотелеметрической системы, 3 — штанга с датчиками-магнитометрами, 4 — радиатор системы терморегулирования, 5 — антенна системы командной радиосвязи, 6 — временной механизм, 7 — блок питания, 8 — антенна системы радиоуправления орбиты





ПО ОБСЕРВАТОРИЯМ И ИНСТИТУТАМ

МЕТЕОРИТНЫЕ СЕТИ

И. Т. ЗОТКИН

По-видимому, скоро найдет решение трудная проблема организации систематических инструментальных наблюдений ярких метеороидов. О движении болидов и о падениях метеоритов до последнего времени сведения получались только из расспросных данных, из показаний очевидцев. Естественно, что по глазомерным оценкам случайных наблюдателей нельзя точно определить ни положение траектории метеорного тела в атмосфере, ни место возможного падения метеорита, ни, тем более, скорости его движения.

Существует, по крайней мере, четыре больших круга вопросов, решение которых настоятельно требует точных наблюдений за движением болидов и оперативного и полного сбора упавших метеоритов. Два первых вопроса имеют в основном астрономический и геологический интерес, а два других относятся к физике и к биологии.

Во-первых, имеющиеся наблюдения не дают возможности вычислять орбиты метеоритов, поэтому о характере их движения в солнечной системе приходится судить по косвенным соображениям. Геохимические признаки говорят о том, что каменные и железные метеориты являются обломками достаточно крупных планетных тел, прошедших длительную геологическую эволюцию. Отсюда можно прийти к заключению о их связи с малыми планетами — астероидами, которые также считаются остатками одной или нескольких планет, двигающимися между орбитами Марса и Юпитера по круговым орбитам. Большинство астрономов сейчас считает

метеориты, по существу, маленькими астероидами, пути которых пересеклись с орбитой Земли. Возможно, метеориты были выброшены из пояса малых планет в результате их столкновений. Но все ли метеориты астероидального происхождения? С Землей, в принципе, могут сталкиваться и кометы — небесные тела, по своей природе резко отличающиеся от малых планет. Ядра комет состоят в основном из льда, из замерзших газов, а орбиты являются очень вытянутыми эллипсами. Падают ли на Землю ледяные метеориты кометного происхождения? Узнать об этом можно только, зная движение достаточно большого числа болидов.

Во-вторых, сколько падает на Землю метеоритов, какова приносимая ими масса? Оценки этих величин пока очень ненадежны. Обычные метеоры можно фотографировать или регистрировать радиолокатором, микрометеориты обнаруживаются различными детекторами на искусственных спутниках (в виде ударов, вспышек, пробоев), частицы космической пыли микронных размеров улавливаются геофизическими ракетами и собираются в атмосфере. Об их количестве имеются определенные данные. Но наиболее крупные представители метеорных тел — метеориты, как это ни странно, с большим трудом поддаются учету. Уверенности в полноте их сбора нет.

В-третьих, под действием космических лучей в метеоритах образуются ничтожные количества радиоактивных изотопов химических элементов, например, тритий, углерод-14, аргон-38, алюминий-26 и т. п. По их содержанию можно определить возраст метеорита, продолжительность облучения в космическом пространстве и интенсивность космических лучей. Однако многие изотопы — «короткоживущие», их период полураспада составляет несколько дней или немногие месяцы. Поэтому анализ изотопов требуется делать как можно быстрее после падения, тем

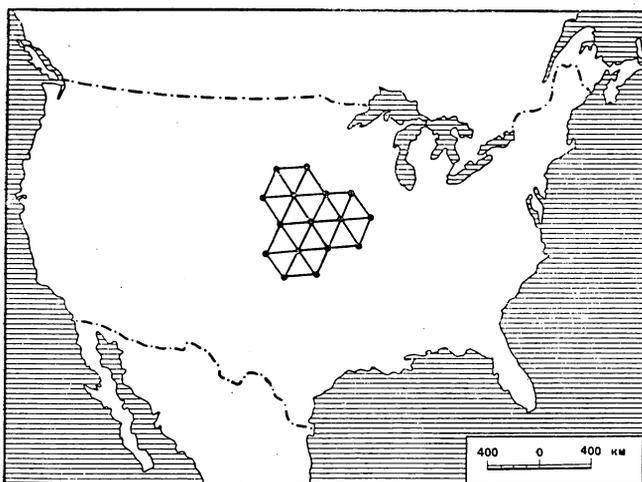


Рис. 1. План размещения фотографических станций службы болидов США

более, что от длительного пребывания на земной поверхности происходят изменения в химическом и минеральном составе метеорита. Для радиохимических анализов пригодны только самые «свежие» метеориты.

В-четвертых, в некоторых метеоритах обнаружены органические вещества, вероятно небиогенного происхождения, и пока еще не закончена дискуссия о возможности присутствия в них живых или мертвых внеземных микроорганизмов. Микробиологические исследования в метеоритах крайне затрудняются тем, что вскоре после падения на Землю в них проникают повсеместно присутствующие земные микробы. Вот почему биологам необходимо исследовать метеориты сразу же после падения. Причем, наиболее интересны очень редкие углистые метеориты, которых за всю историю науки известно лишь 20.

Трудность организации систематических наблюдений обусловлена относительной редкостью болидов.

Сейчас в общих чертах известен закон, по которому убывает количество метеоров (в том числе и наиболее их ярких представителей — болидов) в зависимости от яркости. Этот закон выражается показательной функцией

$$N = 0,1 (2,7)^m \text{ [частиц/км}^2 \cdot \text{год]},$$

где N — число метеоров (болидов), яркость которых равна или больше звездной величины m . По формуле нетрудно подсчитать, что

в сутки примерно 7 метеоров 1-й величины и ярче пересекут площадь $10\,000 \text{ км}^2$. Именно такую площадь смотрящий в зенит наблюдатель обзревает на высотах, где появляются метеоры. Но показательная функция изменяется очень быстро. Например, болиды, сравнимые своим блеском с полной Луной (-12 звездная величина), после которых можно ожидать падения метеоритов, будут на той же площади атмосферы появляться лишь раз в 150 лет.

Нетрудно видеть, что наблюдательный материал будет накапливаться крайне медленно особенно для ярких, наиболее интересных болидов.

Эффективность наблюдений можно резко повысить, если увеличить площадь, на которой производятся наблюдения.

Эти теоретические предпосылки легли в основу мысли об организации специальной «службы болидов», состоящей из сети фотокамер, размещенных на большой территории. Камеры должны быть рассчитаны на регистрацию ярких болидов в ночное время, а их

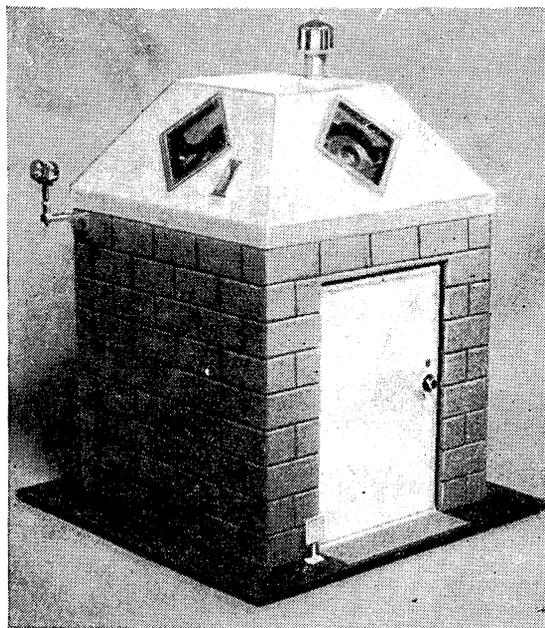


Рис. 2. Железобетонный павильон-домик, в котором размещаются американские автоматические четырехкамерные установки для фотографирования болидов

количество и поля зрения должны быть таковы, чтобы (с учетом взаимных перекрытий) ими просматривалась на высоте 100 км площадь атмосферы, сравнимая с 1 млн. км².

Уже приступили к работе две такие сети. Одна из них организована в США Смитсоновской обсерваторией, другая — на территории Чехословакии и ГДР под руководством обсерватории Онджейов. Подготовку к организации службы болидов ведут также Одесская обсерватория и Комитет по метеоритам Академии наук СССР.

Американская болидная служба расположена на территории центральных штатов и ее центр находится в Линкольне. Она состоит из 16 четырехкамерных установок, которые размещаются на расстоянии примерно 260 км друг от друга в вершинах равносторонних треугольников (рис. 1). Таким образом, фотокамеры кроют площадь примерно 2 млн. км² на высоте метеорной зоны. Поля зрения камер перекрываются так, что любой болид сфотографируется из двух пунктов.

Фотографические камеры помещаются в специальных бетонных домиках с четырьмя окнами, направленными на север, юг, восток и запад (рис. 2). Домики установлены в небольших населенных пунктах, чтобы свести к минимуму помехи от освещения. Постоянного присутствия наблюдателя автоматическая аппаратура не требует. С наступлением темноты фотоэлемент включает камеры, а перед рассветом выключает. Часовой механизм каждый час перематывает плёнку, меняет кадры. Таким образом, момент полета болида может быть фиксирован с точностью $\pm 0,5$ часа. Это не позволяет точно найти путь болида на небесной сфере, но его траектория относительно поверхности Земли, относительно местности фиксируется совершенно точно. Дело в том, что американская болидная служба в основном преследует цель оперативного сбора упавших метеоритов. Для этого два раза в месяц плёнка проявляется, фотоснимки болидов обрабатываются, вычисляется место возможного падения метеорита и полевые группы обследуют местность. Не случайно сеть камер размещена на Центральной американской равнине — местность здесь удобна для обозрения.

Чехословацкая служба болидов предназначена для получения главным образом астрономических характеристик болида: направления траектории, скорости и т. д. Поиски метеоритов на пересеченной местности в

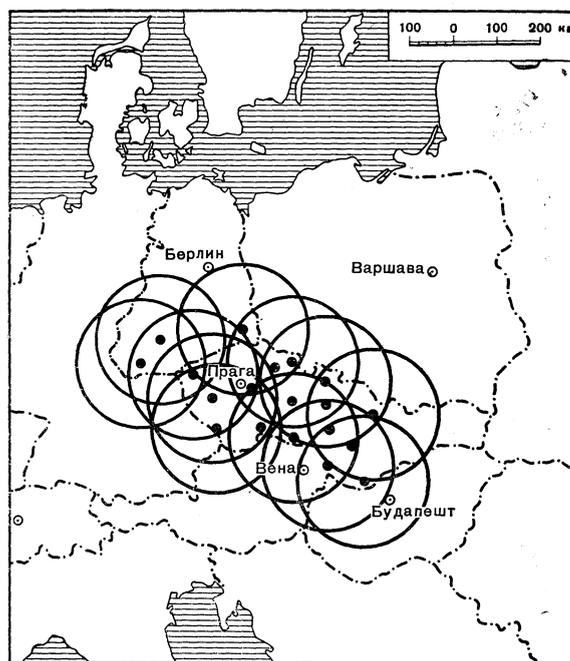


Рис. 3. Наблюдательные пункты чехословацкой службы болидов. Круги показывают, на каком расстоянии болид, имеющий высоту 15 км, виден выше 5° над горизонтом

районе Карпат затруднительны, хотя и не исключены благодаря высокой плотности населения. Пункты наблюдения на территории Чехословакии и ГДР расположены более тесно, чем в США (рис. 3). Это более выгодно с точки зрения фотографирования нижних частей болидных траекторий.

В отличие от обычных метеоров, характерной чертой болидов являются очень длинные траектории. Болиды могут начинать свечение выше 100 км, а конец светящейся траектории в случае очень мощных «метеоритообразующих» болидов иногда спускается до 20 и даже 12 км. Для того чтобы такой большой интервал высот был охвачен по меньшей мере двумя фотоаппаратами, в чехословацкой сети применяются «камеры всего неба», т. е. камеры с полем зрения поперечником приблизительно 180°. Аналогичные аппараты употребляются для съёмок полярных сияний и облаков.

Камеры открываются на всю ночь, поэтому звезды, движущиеся вместе с небосводом,

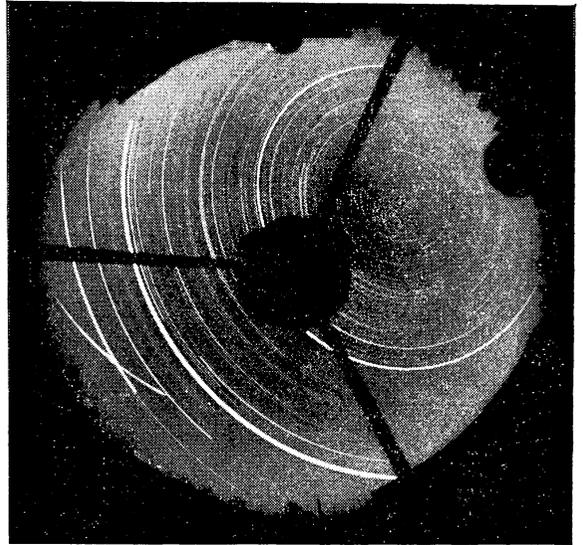
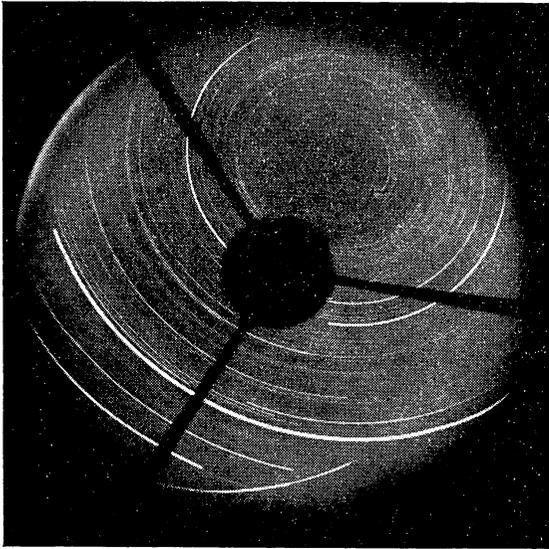


Рис. 4. Фотоснимки болида минус 11-й звездной величины, сделанные в Чехословакии двумя корреспондирующими «камерами всего неба», расположенными на расстоянии 90 км друг от друга

прочерчивают на плёнке длинные дуги (рис. 4). Эти суточные параллели служат опорной системой при измерении положения траектории болида. Момент пролета болида остается неопределенным. Однако, как показала практика, в столь густо населенной стране, как Чехословакия, ни один достаточно яркий болид не остается незамеченным обсерваториями или населением. Многочисленные любители астрономии обязательно сообщат о нем в научные учреждения. Так оригинально решается проблема регистрации момента!

Перед объективом камер устанавливается вращающийся сектор (обтюратор), который делает на фотоследе болида перерывы (несколько десятков раз в секунду). Зная частоту

обтюратора, можно определить скорость болида, что необходимо для вычисления орбиты.

Инструментальные наблюдения позволят выяснить, все ли яркие болиды порождаются каменными и железными телами, пришедшими из пояса астероидов, или существуют болиды, происхождение которых связано с кометами. Не исключено, что некоторые болиды будут иметь кометные орбиты. Тогда их можно будет считать ледяными ядрами крошечных комет, как это предполагается сейчас в отношении Тунгусского метеорита.

У нас в Советском Союзе территорий, удобной для развертывания службы болидов, является, например, восточная часть Украины. Она имеет степной характер и большую плотность населения, что облегчит сбор упавших метеоритов, а густая сеть метеорологических станций может быть использована для размещения наблюдательных пунктов.



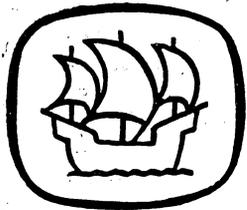
Типичное пятно на Солнце видно под углом около $1'$. Каков же диаметр такого пятна в километрах?

(Ответ на стр. 84)

Титан — единственный спутник в солнечной системе, у которого наблюдалась атмосфера. Почему Титан имеет атмосферу, а Луна ее не имеет?



(Ответ на стр. 84)



ЭКСПЕДИЦИИ

ЧЕХОСЛОВАЦКОЕ ТЕКТИТНОЕ ПОЛЕ

Г. Г. ВОРОБЬЕВ,
кандидат
геолого-минералогических
наук

Усилиями ученых разных стран решена почти двухвековая загадка тектитов, правда, пока в одной своей части: прямо или косвенно природа тектитов связана с космосом. Тектиты могут быть особым, стеклянным классом метеоритов, продуктами метеоритных взрывов и вулканических извержений на Луне, продуктами взрывов на земной поверхности — при ударе больших космических тел (астероиды, кометы).

В наш космический век тектиты привлекают внимание не только с общетеоретической, но и с прикладной точки зрения. Инженеров и ученых интересует состав, свойства и возраст космического вещества, траектории полета космических тел, в частности в виде временных спутников Земли, и условия падения их на Землю. Вот почему в исследованиях принимают участие геологи и астрономы, химики и математики, специалисты по атомной энергии и ракетным полетам.

Тектиты известны во всех частях света, за исключением Ан-



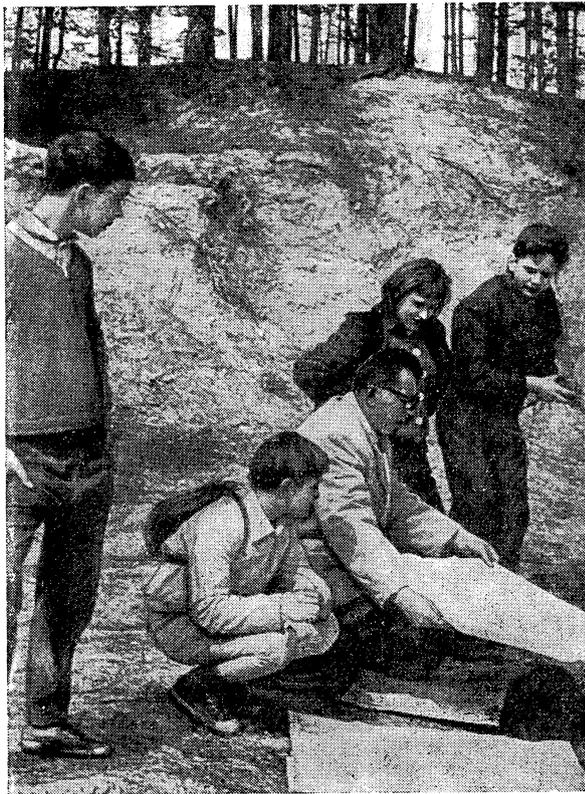
Месторождение Млада в окрестностях Ческе-Будейовице. Тектиты находятся в песчаном карьере на берегу пруда

тарктики. Они выпадали в разное время, покрывая в виде дождей огромные территории. В Европе известен один район распространения тектитов. Это — Чехословакия. Здесь на площади 10 000 км², а точнее, на двух площадях — Южно-Чешской и Моравской, протяженностью до 50 км каждая, сделано несколько десятков тысяч находок.

В последние годы систематическим изучением тектитов —

влтавинов* в Южной Чехии занимается Ческебудейовицкая областная народная обсерватория (директор — профессор Б. Полесни). Научный сотрудник обсерватории Г. Шкров силами членов астрономического кружка молодежи и при методической помощи Коми-

* Влтавины — местное название тектитов (по реке Влтава). Подробнее о тектитах см. «Земля и Вселенная», № 1, 1965 г.



Г. Шкров с самыми молодыми участниками экспедиции — членами астрономического кружка

тета по метеоритам АН СССР организовал в 1962—1964 гг. три экспедиции «За тайной тектитов». Два отчета об этих работах опубликованы в сборнике «Метеоритика» под коллективным авторством кружка. За три года участники экспедиций посетили 56 месторождений*, из них впервые открыли

* Слово «месторождение» здесь применяется не в обычном геологическом смысле, поскольку тектиты не руды и часто не образуют локальных скоплений. Название дается по ближайшему населенному пункту. Таких месторождений в Южной Чехии около 100, в Моравии — около 50.

19 и закартировали 52, собрали 500 влтавинов и обследовали более 1000 образцов в других коллекциях.

Весной 1965 г. я был приглашен Г. Шкровом для участия в четвертой экспедиции. Экспедиция включала 9 автомобильных, пеших, железнодорожных и смешанных маршрутов (начальный и конечный пункты — город Ческе-Будейовице): I. Гомоле — Врабче — Коросеки. II. Боршов — Голубов — Тржисов — Плешовице — Чески-Крумлов. III. Ч. Врбне — Глубока — Грджейовице. IV. Младе. V. Каменни-Уйезд — Красейовка — Дольни-Свинце — Простржедни-Свинце — Голков —

Каплице — Вишши-Брод — Лоучовице — Н. Домки — Вишши-Брод — Рожмберк — Чески-Крумлов — Каменни-Уйезд. VI. Гомоле — Врабче — Славче — Голубов — Клеть — Злата-Коруна — Косов — Каменни-Уйезд. VII. Весели — Собеслав — Табор — Прага. VIII. Младе — Страджковице — Тргове-Свини — Нехов — Лоченице — Несмень — Беседнице — Лоченице — Мокри-Лом — Роудне. IX. Боршов — Врабче — Нова-Господа — Славче — Габржи — Липи.

Экспедиционные работы предусматривали: изучение геоморфологии, геологии, стратиграфии и почвенного покрова в связи с находками влтавинов, осмотр государственных и частных коллекций, консультации с чехословацкими специалистами и чтение лекций для местных краеведов, геологов и астрономов.

Самая крупная коллекция влтавинов, насчитывающая 15 000 образцов, находится в Национальном музее в Праге. Такое известное месторождение, как Врабче, представлено в ней тысячами экземпляров. Основал коллекцию инженер Ф. Гануш, строивший в России сахарные заводы и ставший в преклонном возрасте одним из самых популярных собирателей тектитов. Сейчас изучает и пополняет эту коллекцию доктор К. Тучек.

К числу крупных относится частная коллекция профессора Я. Освальда в Ческе-Будейовице, насчитывающая около 4 000 экземпляров. Я. Освальд — старейший исследователь влтавинов, основатель и хранитель другой интересной коллекции — Южно-Чешского краевого музея.

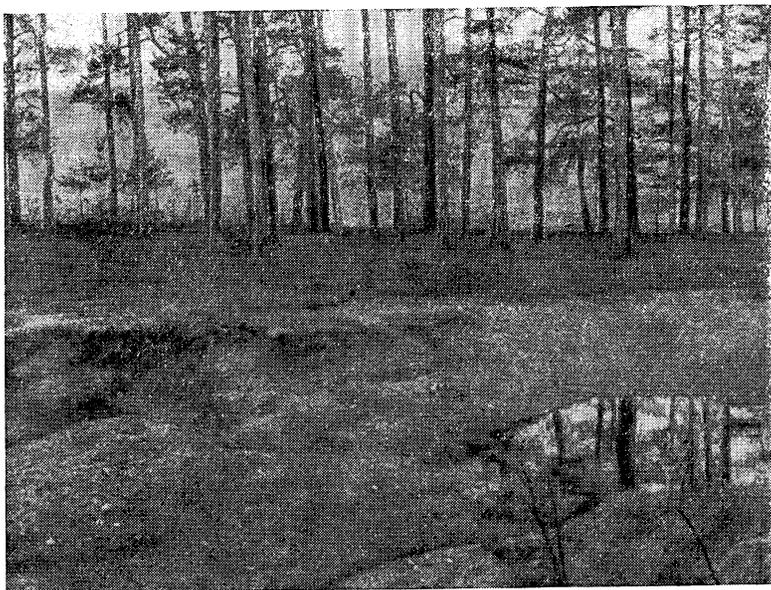
В Чески-Крумлове мне удалось более детально изучить еще одну большую коллекцию рабочего-токаря, руководителя городского астрономического кружка Й. Прокопца, который в общей сложности за 54 дня проехал на своем мотоцикле 4 500 км, посе-

тил 90 месторождений и собрал с несколькими членами кружка более 2000 образцов (из них 1500 в 1964 г.). В районе Косов — Миликовице им был поставлен своеобразный рекорд: за 2½ часа 2 человека нашли 59 образцов.

Этим далеко не исчерпывается перечень существующих в стране коллекций, общее число которых, по данным Г. Шкрова, составляет 50. К ним следует добавить несколько десятков незарегистрированных коллекций. В числе других энтузиастов-любителей, собирающих или изучающих влтавины, — доктор права Р. Шимон, совершивший с этой целью 30 поездок в Моравию, доктор Р. Рост из Карлова университета, краевой геолог доктор Я. Коциан — один из знатоков геологии Южной Чехии, доктор Д. Адамовска, посвятившая себя истории влтавинов, рабочие Лоучовицкого



Район месторождения Врбче. На свежевспаханном поле Нова-Господа среди камней и удобрений мы находим мелкие осколки тектитов

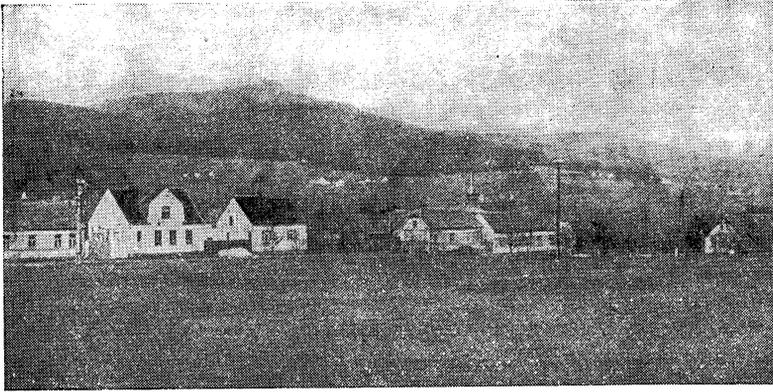


Небольшой песчаный карьер. Здесь под тонким слоем четвертичных песков залегают тектитоносные третичные пески. Вдали за деревьями — поля известного месторождения Несмень

целлюлозно-бумажного комбината, организовавшие отливку больших зеркал для телескопов, по качеству не уступающих цейссовским, и планирующие исследования по синтезу тектитов, а также многие другие.

Результаты работ четвертой экспедиции в сочетании с полученными ранее данными позволили в известной мере расшифровать условия выпадения чехословацкого тектитного дождя в третичное время, т. е. примерно 20 млн. лет назад, и последующего перераспределения тектитного вещества.

Эллипс выпадения охватил, как оказалось, значительно большую территорию, по сравнению с современными районами находок, около нескольких десятков тысяч квадратных километров. Тектитный дождь был не очень густым, и расстояние между выпавшими экземплярами нередко превыша-



Богатое тектитоносное поле Славче на краю Тржебоньско-Будейовицкой котловины. Вдали — гора Клук, где тектиты уже не встречаются

ло многие десятки метров. На этой территории господствовали геологические процессы разрушения Чешско-Моравской возвышенности, оказавшейся в центре эллипса, а также соседних возвышенных участков и сноса продуктов разрушения водными потоками в котловины. Снос происходил, в основном, двумя путями: по западному и восточному склонам массива. Таким образом, Чехословацкое тектитное поле разделилось на два: Южно-Чешское и Моравское. Чешские и моравские влтавины несколько различаются между собой по частоте находок, цвету и формам, что можно объяснить дифференциацией тектитного вещества при полете и падении. В свою очередь влтавины резко отличаются от других территориальных групп тектитов, обнаруживая свою самостоятельность.

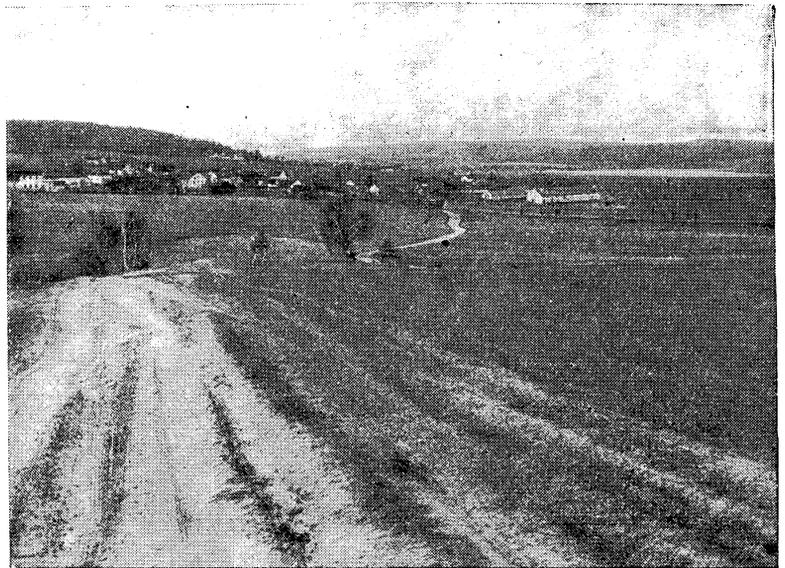
Одним из главных участков сноса была Тржебоньско-Будейовицкая котловина с озером, имевшая в плане форму седла. Речки, стекавшие в нее, несли вместе с песком и галькой тектиты и откладывали их в озере. Росла толщина донных отложений, и везде в них, как изюминки

в кексе, сидели влтавины. Только в самых дальних и тихих уголках озера, куда галька и песок не попадали и где садился тонкий ил, влтавинов не было. Постепенно дно поднялось настолько, что озеро высохло. Стекавшим в кот-

ловину речкам нужен был новый выход. Они соединились вместе, образовав общее русло, и нашли сток. Так со временем родилась река Влтава.

Сто лет геологи искали в породах тектитоносный слой, надеясь увидеть в нем ключ к разгадке природы тектитов. Но такого слоя не было и не могло быть. Тектиты оказывались всюду: в одних местах, где проходил водосток с большим водосбросом, их было много, а в других — меньше.

Во время так называемых альпийских горообразовательных движений по краям котловины прошли два огромных разлома, и внутренняя часть ее опустилась, образовав сброс. Потом, может быть через миллион лет, эти уступы сгладились, а опустившаяся часть сохранилась без изменений. В тех местах за пределами сброса, где встречаются влтавины, они находятся либо в реликтах речных и озерных осадков, либо являются переотложенными с бо-



Песчаные поля с тектитами в Габржи. Там, где песок и, особенно, рыжий песок, тектитов много больше

лее молодыми — четвертичными осадками.

Таким образом, на каждом месторождении самые нижние экземпляры могут быть «коренными», т. е. выпавшими на месте, а все вышележащие — «принесенными» из одного или многих мест. Освальд, Прокопец и другие местные исследователи предлагают такой метод опознавания «коренных» втавинов. Обычно в скульптурные элементы образцов набивается грязь, которую легко отмыть; с нижней части «коренных» экземпляров такая грязь не отмывается — она стала «намертво» от долгого лежания или оттого, что тектит упал еще горячим и немного припек под собою землю. Пока это только предположение, но вполне разумное.

Влияла ли на «принесенные» образцы длительная транспортировка? На этот вопрос можно ответить утвердительно. Изучение коллекционных материалов пока-

зало, что тектиты приобретали более матовый блеск, измельчались, скульптура сглаживалась, и при особо неблагоприятных условиях они превращались в настоящую хорошо отполированную гальку. Вследствие этого все три названных параметра тесно завязят друг от друга. Это ясно видно на примере образцов из Врабче, по сравнению с которыми втавины Габржи были в пути значительно меньше.

Если для месторождения типичны определенный размер образцов, определенная степень сохранности скульптуры и определенный блеск, значит они прошли один и тот же путь транспортировки. Таким, например, является Славче. И, наоборот, если месторождение не имеет своего лица и на нем одинаково можно встретить все степени размеров, шлифовки и блеска, значит здесь скрестилось много путей (Коросеки).

Современное распределение

чешских втавинов по среднему течению реки Влтавы отвечает, в основном, третичной гидрографии и морфологии местности. Они встречаются на пониженных участках в песчаных почвах и карьерах — «пискарнях» особенно там, где песок принимает рыжую окраску. Весенние вспашки, сильные дожди и земляные работы особенно благоприятствуют находкам и привлекают в эти места много любителей. На краю котловины, где местность становится выше, резко изменяется минералогический состав почв за счет коренных, кристаллических пород, и тектиты исчезают.

Успешным результатом экспедиции во многом способствовали тесные дружественные отношения между нашими странами и, в частности, неоценимая помощь чешских школьников. Продолжение и укрепление этой дружбы несомненно приведет к новым еще более ценным научным результатам.



СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ПЛОТНОСТЬ АТМОСФЕРЫ

Советские исследователи В. В. Михневич, Е. Н. Голубев и Ю. Н. Парфинович опубликовали предварительные результаты определения концентрации частиц и плотности атмосферы по измере-

ниям Высотной геофизической автоматической станции. Измерения проводились 18 июня 1963 г. в 4 часа 30 минут местного времени на средних широтах Европейской части СССР.

Высотная геофизическая автоматическая станция представляет собой герметически закрытую металлическую отполированную сферу диаметром около метра. Вес ее с аппаратурой примерно 360 кг. Она размещается в головной части ракеты. После поднятия ее на определенную высоту станция отделяется от ракеты, стабилизируется и в заданном положении поднимается в пространстве до вершины траектории, а затем спускается до высоты примерно 43 км.

В эксперименте использовались установленные на станции ионизационные и магнитные электроразрядные манометры с усилительной аппаратурой.

Полученное распределение плотности атмосферы для высот выше 200 км, по-видимому, подтверждает наличие соответствия между значением плотности атмосферы и активностью Солнца: с ослаблением солнечной активности плотность атмосферы сильно уменьшается.

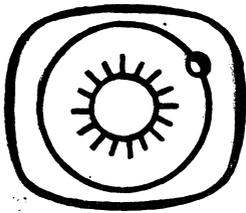
Влияние солнечной активности на плотность атмосферы ниже 200 км не представляется значительным.

«Космические исследования»,
т. III, 3, 457—468

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ

О НАБЛЮДЕНИИ ПОЛНОГО СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ НА ОСТРОВАХ КУКА

О ПОСЛЕДНЕЙ ИНДООКЕАНСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «ВИТЯЗЯ»



МЫСЛИ ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Ниже публикуются с небольшими сокращениями письма, в которых читатели делятся своими соображениями о том, какой должна быть школьная астрономия.

О ПРЕПОДАВАНИИ ШКОЛЬНОГО КУРСА АСТРОНОМИИ

Каким должен быть школьный курс астрономии — вопрос дискуссионный. Поэтому, несомненно, статья Е. П. Левитана, опубликованная в журнале «Земля и Вселенная», № 1, вызовет отклики преподавателей астрономии школ и вузов.

В статье Е. П. Левитана совершенно правильно определяется общеобразовательное и воспитательное значение школьного курса астрономии, вносится весьма разумное предложение о введении курса «Основ мироздания» в учебные планы VIII класса, справедливо указывается на необходимость установления связи школьного курса астрономии с курсами математики, физики и химии и, наконец, излагается ряд предложений, реализация которых несомненно будет способствовать успешному преподаванию школьной астрономии.

Однако нельзя согласиться с тем, что «современное преподавание науки о Вселенной отягощено традициями... школьные программы... перегружены (подчеркнуто нами.—И. И.) вопросами сферической и практической астрономии». Более того, нельзя согласиться с тем, что «настало время отказаться от построения курса школьной астрономии по образцу и облегченному подобию курса педагогических институтов».

В методической литературе, как известно, уже неоднократно поднимался вопрос о сферической и практической астрономии в школьном курсе. В частности, профессором Р. В. Куницким в статье «О преподавании вопросов сферической астрономии в средней школе» («Физика в школе», 1960 г., № 2) был предложен один из возможных методов изложения основ сферической астрономии без применения не-

бесной сферы. Целесообразность такого метода мотивировалась тем, что в случаях, когда сферическая тригонометрия не изучается, становится сомнительной необходимость введения понятия «небесная сфера». Там же указывалось, что это понятие усваивается учащимися с большим трудом из-за недостаточно развитых у школьников пространственных представлений.

Со времени опубликования этой статьи вышел новый, переработанный учебник профессора Б. А. Воронцова-Вельяминова, утверждена новая программа и, как видим, предложение это не было принято. И дело здесь не в консерватизме авторов учебника и программы, а в правильном методическом подходе к построению школьного курса астрономии.

Автор этих строк в течение 18 лет преподает астрономию в педагогическом институте и в средней школе. Накопленный опыт и результаты экспериментальной работы в школе позволяют сделать вывод, что представление о недоступности сферической астрономии для учащихся десятых классов основано на явном недоразумении. Учащиеся выпускного класса изучают весьма объемистые курсы физики, математики и химии, которые по своей сложности не только сравнимы с элементарным курсом сферической астрономии, но значительно сложнее последней. Если пространственные представления учащихся выпускного класса средней школы еще недостаточно развиты, то следует спросить: когда они будут достаточно развиты?

В дореволюционной школе, действительно, основной упор делался на подробное изучение видимых явлений на небесной сфере. Но современная программа школьного курса астрономии наряду с этими классическими вопросами предусматривает весьма полное изложение элементарных сведений из астрофизики, звездной астрономии и космогонии, знания которых вполне достаточно, чтобы, например, понимать научно-популярные книги.

Школьный курс астрономии, несомненно, должен быть для учащихся окном в мир. Но не все, что наблюдается в этом окне, доступно учащимся, и если мы попробуем углубиться в школьном курсе в космические лаборатории, где исследуется плазма, где найдены подтверждения теории относительности и разгадываются тайны происхождения химических

элементов, то вряд ли сделаем курс школьной астрономии более доступным.

Ведь современная наука вступила в такой период своего развития, когда популяризация ее достижений становится весьма затруднительной и изложение перечисленных выше вопросов на должном уровне требует знания математики и физики в объеме, который далеко выходит за рамки средней школы. В то же время краткие элементарные сведения об этих вопросах могут быть изложены в рамках времени, которое отводится на изучение астрофизики и звездной астрономии по ныне действующей программе.

Но дело не только в этом. При определении содержания курса астрономии нужно руководствоваться необходимостью сообщать учащимся сведения, которые сегодня являются элементами общей образованности человека. Вместе с тем школьный курс астрономии не должен быть собранием популярных очерков о Вселенной, а нужно дать конкретный материал, подготавливающий учащихся к будущей практической деятельности.

Было бы ошибочно считать, что ныне действующая программа школьного курса астрономии и содержание школьного учебника далеки от уровня современной науки. Во всяком случае, они значительно ближе к ней, чем ныне действующие программы по другим естественным наукам, в частности по математике и физике. В последнем издании школьного учебника нашли свое место и вопросы радиоастрономии и космонавтики.

Некоторые понятия сферической астрономии встречаются на страницах газет и журналов. Так, в 1959 г., в дни полета первой космической ракеты в сторону Луны, в сообщениях ТАСС указывались экваториальные координаты ракеты. Разумеется, что не в специальных курсах, читаемых в вузах, должны формироваться представления о небесных координатах, а на школьной скамье. В меру дальнейших успехов космонавтики роль сферической астрономии в различной информации будет, несомненно, возрастать и станет элементом общей образованности человека.

От чего же конкретно настало время отказаться при изучении школьного курса астрономии? Может

быть, от изучения раздела о времени, о видимых и истинных движениях планет или других вопросов сферической астрономии, которые и так весьма скудно представлены в школьном курсе?

Неужели вопросы определения положения светила на небе, изучение вида звездного неба, определение географических координат места наблюдения и учение о параллаксе являются балластом, от которого следует отказаться? Мыслим ли школьный курс астрономии без вопросов о фазах Луны, о затмениях, имеющих важное значение в формировании правильного диалектико-материалистического мировоззрения особенно в период успешного освоения космического пространства?

Преподаванию астрономии в средней школе, действительно, отводится мало времени и можно согласиться с тем, что «в педагогические институты и университеты приходят люди, часто не имеющие представления об элементарных мировоззренческих вопросах астрономии». Но причиной этого является не перепрузка программы вопросами сферической и практической астрономии, а недостаточное внимание к методике преподавания.

Методика преподавания астрономии в средней школе находится в явном запустении. Методическая литература издается очень редко, тираж ее ограничен, и книги по методике очень быстро становятся библиографической редкостью. Нужен научный подход к разработке вопросов методики преподавания отдельных вопросов сферической и практической астрономии, астрофизики, звездной астрономии и космогонии. Методика проведения урока, рациональное его использование должны стать в центре внимания методистов. Необходимо широко использовать новейшие технические средства при изучении школьного курса астрономии и, в частности, обучающие машины.

Журнал «Земля и Вселенная» может сыграть положительную роль в повышении эффективности преподавания астрономии в средней школе, если в его разделе «Мысли об астрономическом образовании» развернуть творческие дискуссии.

И. Д. ИЛЬЕВСКИЙ
(г. ВИННИЦА)

СОВЕРШЕНСТВОВАТЬ СТРУКТУРУ И СОДЕРЖАНИЕ ШКОЛЬНОГО КУРСА

Вопросы, поднятые в статье Е. П. Левитана «Какой должна быть школьная астрономия?», не первый год волнуют педагогическую общественность страны.

Общеизвестна роль астрономических знаний в общей системе школьного образования, в формировании диалектико-материалистического мировоззрения и антирелигиозного воспитания. В наше время, когда человек все глубже проникает в космос, познает его особенности и законы, изучение астрономии в средней школе имеет исключительно важное значение.

Мы считаем, что советская школа должна давать выпускникам определенную сумму астрономических знаний, которые позволили бы им в дальнейшем следить за достижениями современной астрономии, ориентироваться в сообщениях о достижениях науки о Вселенной, все чаще появляющихся в периодической печати, понимать содержание научно-популярных книг и брошюр по астрономии. Важно так построить школьный курс, чтобы у учащихся появился устойчивый интерес к астрономии. Пока же знания в этой области у выпускников

наших школ оставляют желать лучшего. В этом мы убедились, беседуя со многими выпускниками разных школ и студентами младших курсов вузов.

Причин низкого качества астрономических знаний школьников, по-видимому, можно насчитать немало. Ведь до сих пор руководящие работники народного образования, рассматривая астрономию как второстепенный предмет, поручают ее преподавание учителям, не подготовленным к этому. В отличие от других учебных предметов, состояние преподавания астрономии не контролируется. В школах мало приборов и наглядных пособий по этому предмету. Но главной причиной невысокого качества знаний выпускников по астрономии является, на наш взгляд, желание составителей программы за весьма ограниченное время, отводимое на преподавание астрономии, познакомить школьников с большим по объему материалом. Между тем, например, сферическая астрономия не вызывает у школьников никакого интереса, заучивается формально и быстро забывается. Можно нередко наблюдать, как непонимание этого материала приводит к тому, что у школьников вообще пропадает интерес к дальнейшему изучению астрономии.

Мы вполне согласны, что курс астрономии в средней школе должен строиться преимущественно (но не исключительно) на материале астрофизики и звездной астрономии. В нем нужно отразить вопросы, связанные с успехами освоения космоса. Школьный курс астрономии должен отчетливо показать учащимся место Земли в солнечной системе, Солнца в Галактике, Галактики в Метагалактике, привести школьников к пониманию материального единства мира, познаваемости его закономерностей.

Безусловно, школьный курс астрономии следует строить на совершенно достоверных данных современной астрономии. Но и такие проблемные вопросы, как распространенность жизни во Вселенной и некоторые другие, могут быть включены в школьный курс.

Отбор материала для изучения в школьном курсе астрономии является нелепкой задачей. Мы считаем, что такой отбор надо проводить с привлечением широкой общественности, ученых, учителей, методистов, путем обсуждения проекта программы на страницах журналов и газет. После принятия программы следует объявить конкурс на лучший учебник астрономии. Материал в учебнике нужно излагать так, чтобы он побуждал читателя к дальнейшему углублению знаний путем знакомства с дополнительной литературой.

Нет сомнения, что систематический курс астрономии следует проходить в выпускном классе. Но, начиная с начальных классов, надо вводить в программы отдельные вопросы астрономического характера, доступные школьникам данного класса. Значительное количество астрономических знаний можно накопить в процессе преподавания таких предметов, как физика, химия, математика, география. Однако накопленный таким образом материал приобретает определенную ценность, если он будет обобщаться и систематизироваться при прохождении курса астрономии в выпускном классе.

К сожалению, сейчас совершенно не знакомятся с основами астрономии выпускники восьмилетней школы, уходящие на производство или в специальные средние учебные заведения. Поэтому весьма желательно включение небольшого курса «Основ мироведения» в курс восьмилетней школы.

Для успешного преподавания астрономии в средней школе следует значительно расширить выпуск наглядных пособий и приборов, методической, научно-популярной и другой литературы по астрономии. Некоторые сдвиги в этом направлении есть, но они не очень велики. До сего времени даже в областных центрах (например, в Курске, Орле, Белгороде) ни учащиеся, ни учителя не могут купить «Школьный астрономический календарь», «Астрономический календарь ВАГО», «Справочник любителя астрономии» П. Г. Куликовского. Почти не бывает в продаже подвижных карт звездного неба, звездных атласов; очень малы тиражи интересных научно-популярных книг по астрономии. Мало у нас хороших учебных кинофильмов по астрономии, хороших телескопов, школьных обсерваторий. Плохо используются школами планетарии.

Мы вполне согласны с мнением Е. П. Левитана, что большинство наблюдений невооруженным глазом следует проводить в восьмилетней школе, где эти наблюдения увлекают учащихся, а результаты хорошо запоминаются. В этом мы неоднократно убеждались на протяжении ряда лет преподавания астрономии. В старших же классах следует основное внимание уделять телескопическим наблюдениям. Но для этой цели желательно иметь достаточно сильные телескопы, так как при малых увеличениях наблюдения нередко вызывают разочарование школьников, снижают интерес к ним. Поэтому нужно создавать больше народных обсерваторий, опираться на отделения ВАГО в проведении учебной работы. Наконец, следует учесть, что даже в педагогических институтах студентов почти не знакомят с методикой преподавания астрономии. Поэтому для улучшения качества преподавания астрономии необходимо создавать методические семинары и курсы для учителей астрономии. Особенно важно выпускать достаточными тиражами методические пособия для них. Этих книг до сего времени почти нет ни в библиотеках, ни в магазинах.

Ю. Н. КЛЕВЕНСКИЙ
(г. КУРСК)

ВОПРОСЫ МИРОЗДАНИЯ — ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ШКОЛЬНОЙ АСТРОНОМИИ

Сейчас по меньшей мере неуместно решать вопрос о том, изучать астрономию в школе или нет. Сама жизнь дает на него утвердительный ответ. При изучении астрономии имеются большие возможности для развития у учащихся логического мышления, для расширения их кругозора, для формирования диалектико-материалистического мировоззрения, воспитания в духе научного атеизма и уверенности в познаваемости окружающего мира. Во внеклассной работе по астрономии, в процессе че-

ния научно-популярной литературы, в подготовке докладов и выступлений, в наблюдениях явлений природы заключены неисчерпаемые возможности воспитания убежденных воинствующих атеистов, а не просто созерцателей окружающего.

Необходимо помнить, что вопросы мироздания всегда очень интересуют учащихся всех классов и этот интерес надо не только удовлетворять, но и развивать. Поднятый журналом вопрос «Какой должна быть школьная астрономия?» серьезно волнует очень многих. Совершенно правильно, уместно и своевременно поднимаются вопросы о содержании курса астрономии, о месте и времени ее изучения, об улучшении преподавания и повышении качества знаний учащихся.

Как никогда сейчас назрела необходимость увеличения числа часов на преподавание астрономии, улучшения материальной базы школ, повышения научно-теоретического уровня и педагогического мастерства учителей.

К сожалению, в наших школах очень часто часы астрономии оказываются «привеском» к нагрузке учителя по другим предметам (физике, математике, географии и др.) Забывают о том, что астрономия имеет самую тесную связь с физикой, что специальную подготовку по астрономии будущие учителя получают в педагогических институтах на физико-математическом факультете. Поэтому желательно, чтобы астрономию в школе преподавал учитель физики, чтобы больше уделялось внимания внеклассной работе по этому предмету.

Очень своевременно постановка вопроса о введении в учебные планы VIII класса курса «Основ мироведения». Учащиеся этого возраста очень любознательны и живо интересуются вопросами мироздания, но, конечно, не всегда в состоянии самостоятельно разобраться в литературе. Здесь совершенно необходимо руководство учителя.

Нельзя не согласиться с Е. П. Левитаном и по вопросу улучшения содержания курса астрономии в школе. По нашему мнению, следует так изменить содержание курса, чтобы не тратить времени на вопросы, которые с трудом усваиваются учащимися, а потом быстро забываются. В значительной мере это относится к сферической астрономии. Нужно больше внимания уделять описанию космоса, изучению физической природы небесных тел и их систем, дать более полное представление о развитии и строении Вселенной и происходящих в ней изменениях, о принципах наблюдательных и экспериментальных методов, с помощью которых ученые получают сведения о природе небесных тел. Изменение содержания школьного курса астрономии должно отразиться и на содержании этого курса в педагогических вузах. Важно в ближайшее время обратить внимание на оказание помощи уже работающим учителям. Для этого следует организовать занятия на курсах повышения квалификации учителей, больше и чаще помещать методический материал в периодической печати.

О. Ф. ЕНЬКОВА

(г. МОСКВА)



СЕТЬ СЕЙСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

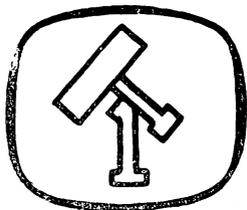
В районе города Майлс-Сити (штат Монтана, США) начата организация специальной сети сейсмических станций, носящих условное название «LASA» («Large aperture seismic array» — «сейсмическая решетка большого разрешения»). Она состоит из 525 сейсмометров, разбитых на 21 группу по 25 сейсмометров, каждая из которых размещена «звездой» на площади примерно в одну квадратную милю. Все группы вместе занимают окружность с диаметром около 200 км. Датчики этих приборов устанавливаются в скважинах на глубине 70 м.

С трехкомпонентной маятниковой системой, установленной сотрудниками сейсмологической лаборатории Калифорнийского технологического института, изучаются волны с периодом более 1 минуты. Стоимость новой сети сейсмографов составляет 10 млн. долларов.

Регистрация сейсмических явлений со многими приборами, распределенными на значительной площади, на различных длинах волн и в широком диапазоне сейсмических энергий, должна дать лучшее отношение сигнала к шумам, чем в существовавших до сих пор системах, и позволит лучше определять природу явления. Полагают, что новая система сможет улучшить эффективность имеющихся приборов в 5—20 раз.

Аналогичные, но значительно меньшие по масштабам сети сейсмических станций уже работают в штатах Орегон, Юта, Теннесси, Аризона и Оклахома. Сообщение об этих работах было сделано на заседании британского Королевского общества в Лондоне.

«Scientific American»,
№ 3, 1965, 54.



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

МАЛАЯ АСТРОНОМИЯ В КРЫМУ

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

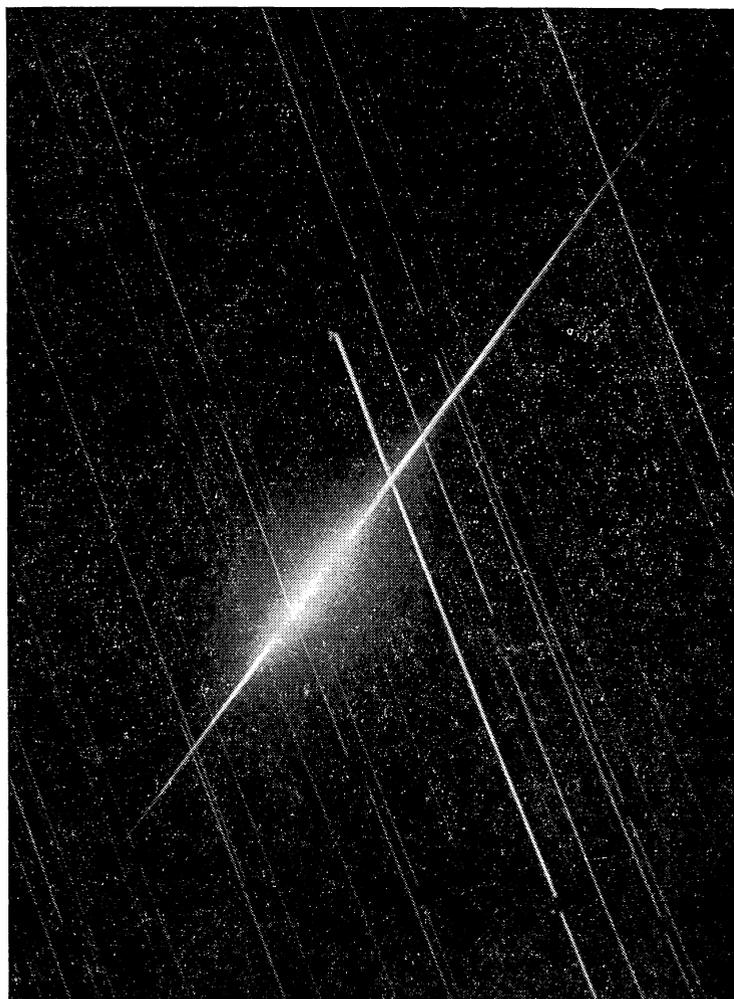
В Крыму накоплен большой опыт работы с юными любителями астрономии. Местное отделение ВАГО, областной отдел народного образования, Крымская станция юных техников сумели объединить в различные организации большое число любителей астрономии, учащихся средних школ, студентов техникумов и вузов. Важную роль в этом деле сыграло Симферопольское общество любителей астрономии (СОЛА), с которого мы и начнем наш рассказ.

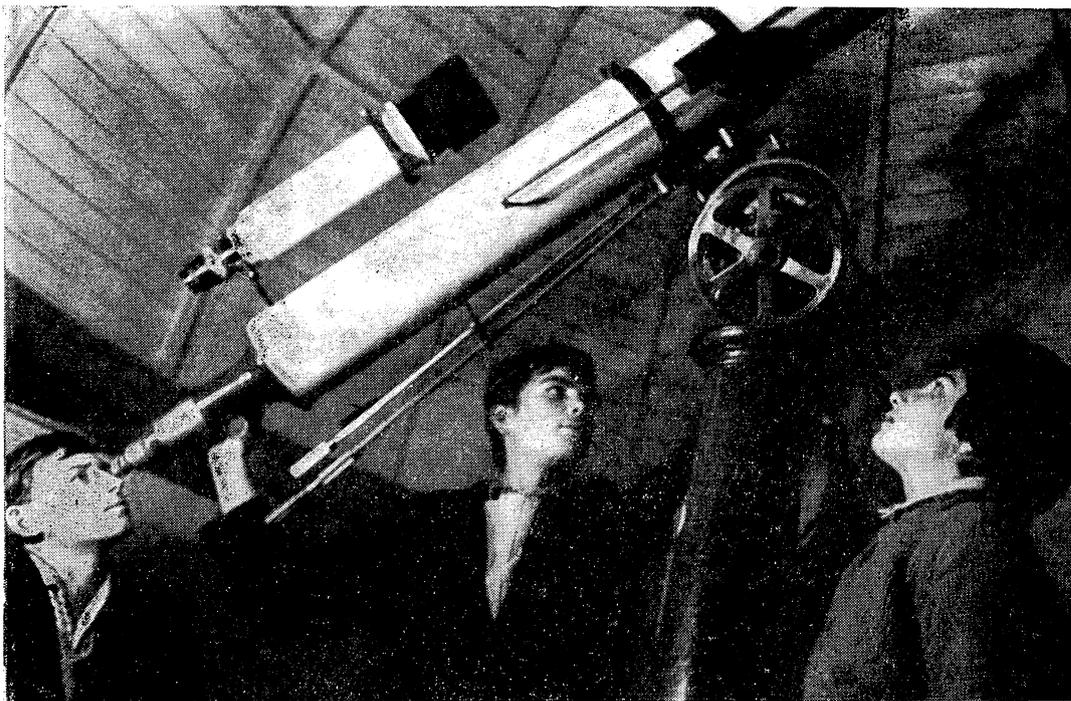
СОЛА И «СОЛАВЦЫ»

Симферопольское общество любителей астрономии возникло буквально на пустом месте, на базе небольшого школьного, вернее дворового, астрономического кружка.

Фотография яркого метеора — болида из потока Персеид. Сфотографировано Л. Пушным 12—13 августа 1959 г.

В ряде материалов, опубликованных в 1965 г. в журнале «Земля и Вселенная» (В. А. Бронзиэн «Любительская астрономия в СССР»; М. М. Дагаев «Первые лауреаты премии Всесоюзного астрономо-геодезического общества»; В. В. Мартыненко «В звездном дозоре») рассказывалось о деятельности крымских любителей астрономии. Здесь мы продолжаем знакомить читателей с опытом этой интересной работы.





150-миллиметровый телескоп-рефлектор юношеской обсерватории. Служба планет ведется членами СОЛА В. Боровиковым, В. Холзовым и О. Жуховицкой

Фото А. Славинского

Вначале, 17 лет назад, СОЛА не имело ни средств, ни помещения, ни хорошего телескопа, ни самого необходимого оборудования. Сейчас в распоряжении членов общества хорошо оборудованные башни и лаборатории Крымской областной юношеской астрономической обсерватории.

В СОЛА четыре секции: массовая, общей астрономии, астрофизики, астрономической техники с группами оптиков, оптикомехаников и радиоастрономов. Массовая секция — это резерв, из которого идет пополнение остальных секций. Как массовая, так и секции общей астрономии и астрофизики разбиты на группы.

В начале учебного года секции и группы пополняются учащимися средних школ, студентами вузов и техникумов. В каждую группу зачисляется по 15—20

человек. Не входящие в группы учащиеся занимаются по сокращенной программе, которая включает в себя цикл из пяти — десяти лекций по описательной астрономии и вводно-иллюстративные наблюдения. По окончании этой программы учащиеся принимают в основные секции общества любителей астрономии.

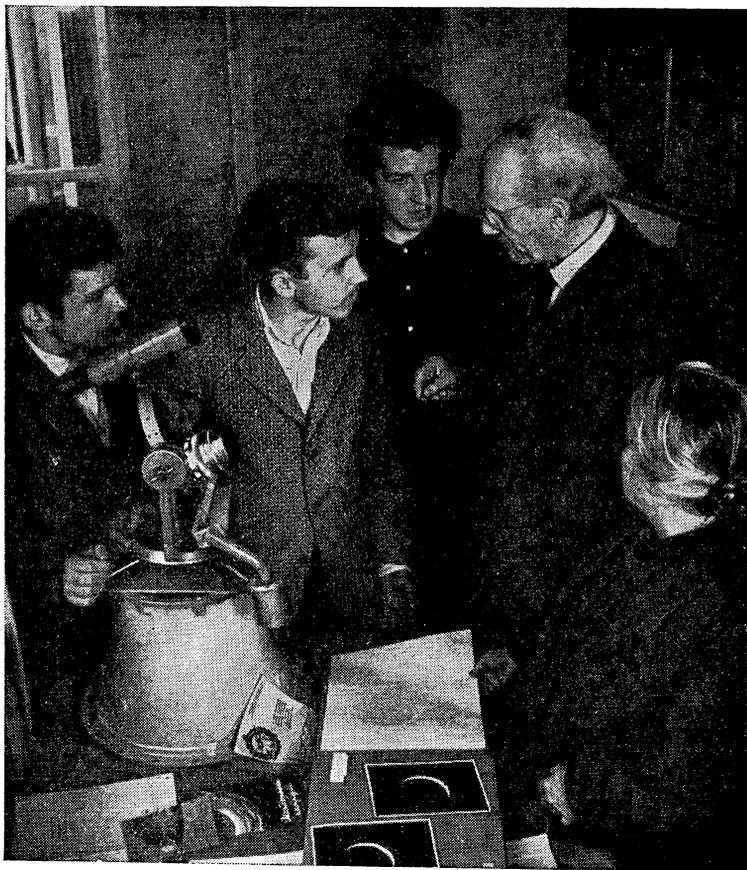
При астрофизической секции организована группа инструкторов-общественников, будущих сотрудников юношеской обсерватории и руководителей астрономических кружков.

СОЛА не является самостоятельной юридической организацией, оно состоит при Крымской станции юных техников. Однако внутренние организационные вопросы (планирование работы, прием в члены общества, распределение обязанностей и т. д.)

решаются общим собранием и бюро общества.

Успешному развитию СОЛА как коллектива в значительной мере способствует его организационная структура, дающая возможность сосредоточить все силы на достижении какой-либо большой цели. Такой целью в свое время была обсерватория. Ее начали строить своими руками. Сами рыли траншеи, закладывали фундамент, возводили стены. Когда приходила помощь, переключались на наблюдения, на изготовление оборудования для станций и лабораторий.

Члены СОЛА делятся на действительных членов и членов общих секций. В действительные члены принимаются наиболее активные, устойчивые и преданные СОЛА юноши и девушки. Основной критерий для приема



Заслуженный деятель науки и техники доктор физико-математических наук профессор В. К. Прокофьев беседует с астроном-любителями из КОЛА

Фото Л. Яблонского

в действительные члены — это трудолюбие, постоянство интересов и строгое соблюдение принципов коллектива. Прежде чем вступить в СОЛА, каждый должен внести определенный членский взнос в виде участия в наблюдениях, в оборудовании и строительстве обсерватории и ее лабораторий, участия в массовой и другой общественно-полезной работе. Действительному члену, как правило, поручается определенная ответственная обязанность, например, заведование библиотекой, фотолaborаторией, архивом и т. п.

Число действительных членов невелико, оно обычно не превышает 15—25 человек или 20—25% к числу членов общих секций. Этого достаточно, чтобы обеспечить постоянное и устойчивое ядро общества. Таким образом, СОЛА сочетает в себе и массовость, и конкретную индивидуально-групповую работу с наиболее способными учащимися. Организационную и другую работу в секциях общества ведут на общественных началах активисты.

Все работы общества планируются и проводятся по графи-

кам. Срыв графика — «чп» для всего коллектива. Вопросы, связанные с недобросовестным отношением к своим обязанностям со стороны некоторых членов общества, разбираются на общих собраниях или в совете обсерватории, выполняющем роль ученого, педагогического и организационного руководящего органа. Совет работает повседневно, его заседания проходят еженедельно.

Организация типа СОЛА, на наш взгляд, хорошо служит подготовке молодых научных кадров. Приходя в общество, многие подростки, юноши и девушки, до этого почти не представлявшие себе, что такое астрономия, увлекаются этой наукой и в дальнейшем посвящают ей свою жизнь. Воспитанники СОЛА поступают в ведущие вузы страны на факультеты, где есть астрономическая специальность. Так, в Ленинградском государственном университете учатся семь бывших членов СОЛА, в Московском — четыре. Многие «солавцы» старших поколений ушли в большую астрономию и работают в различных научных астрономических и геофизических учреждениях.

Есть еще одна отличительная черта нашего коллектива. Это умение продолжать важные традиции общества. Одной из самых «древних» традиций СОЛА следует считать массовые, систематические и, главное, плановые наблюдения метеорных явлений в атмосфере Земли. Члены СОЛА были непосредственными организаторами и строителями Симферопольской метеорной станции имени Г. О. Затеищикова.

Сохранение этой традиции позволило симферопольским любителям астрономии, вернее ряду их поколений, получить интересные научные результаты. Так, за 14 лет непрерывной фотографической службы метеоров удалось сфотографировать 47 спектров. (За 1950—1960 гг. в

СССР снято 144 спектра метеоров.) За этот же период симферопольские школьники — любители астрономии сфотографировали 44 спектра. Члены СОЛА в 1957—1959 гг. участвовали в систематических наблюдениях по программе Международного геофизического года, получили около 20 000 наблюдений метеоров визуальными методами и сфотографировали 28 спектров метеоров. Визуальная служба метеоров, ведущаяся в течение 19 лет, позволила накопить более 80 000 наблюдений. Многие из них обработаны и опубликованы. Материалы, полученные в период МГГ и МГС, обрабатываются.

Последний спектр метеора снят 10-11 марта 1964 г. старшим лаборантом метеорной станции Л. А. Пушным (всего им снят 21 спектр). У спектра большое число линий — около 100. Это один из лучших спектров, полученных когда-либо на всех метеорных станциях страны. Л. Пушной пришел в СОЛА учеником VI класса и состоял в нем до окончания школы.

СОЛА и молодежь из Симферопольского отделения ВАГО активно участвуют в наблюдениях метеорных явлений по программе МГСС. Только за первые 12 месяцев года спокойного Солнца метеорные визуальные патрули симферопольских, судакских и других любителей астрономии отметили и зарегистрировали около 30 000 метеоров.

КРЫМСКАЯ ОБЛАСТНАЯ ЮНОШЕСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Обсерватория находится в Симферополе на территории городского детского парка и представляет собой настоящий научный городок, в комплекс которого помимо главного здания с тремя астрономическими башнями входят две станции — солнечная и метеорная.

В башнях обсерватории установлены 125-миллиметровый рефрактор без часового механизма, 150-миллиметровый рефрактор с часовым механизмом и 170-миллиметровый рефлексор с электрическим приводом. Рефлексор — первый самодельный зеркальный телескоп, изготовленный членами СОЛА. Кроме этих инструментов симферопольские любители астрономии пользуются 125-миллиметровым полярным солнечным телескопом-рефрактором, малым метеорным фотографическим патроном, большим спектральным метеорным патроном, фотографическими установками для съемки метеорных следов, биноклями ТЗК и «Гамма», призмными биноклями и другим оборудованием. Солнечный телескоп, метеорный спектральный патруль и другие инструменты изготовлены в мастерских обсерватории.

В обсерватории оборудованы лаборатория астрофизики с механической мастерской, лаборатория астрофотографии, лаборатория по изготовлению оптики для рефлексоров, призм и т. п. В конференц-зале на 40 мест

проходят занятия секций, общесобрания, уроки по астрономии, лекции и т. п. Имеется хорошая библиотека, комната отдыха для наблюдателей, подсобные помещения, наблюдательские площадки.

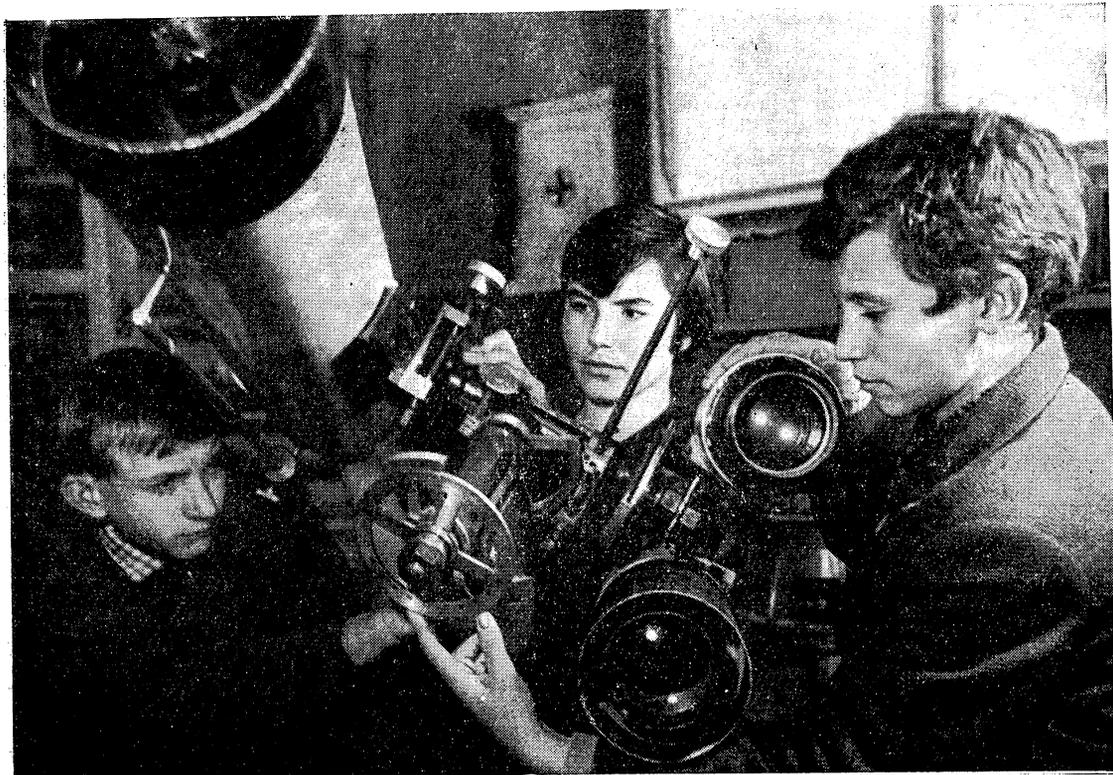
В солнечной станции устанавливается спектрогелиоскоп, переданный Крымской астрофизической обсерваторией.

В обсерватории имеется несколько штатных сотрудников (методист, инструкторы). Вместе с ними обсерваторию обслуживают сотрудники-общественники из числа активистов СОЛА и Крымского отделения ВАГО. Особенно велика роль членов СОЛА, без помощи которых обсерватория не могла бы работать столь продуктивно. Совет обсерватории по рекомендации общего собрания направляет членов старших секций в лаборатории и отделы в качестве лаборантов, наблюдателей, вычислителей, заведующих и т. д. Они участвуют так же в ведении хозяйства, в организации и проведении массовой работы, массовых наблюдений, кружковой работы и т. п.

Идет заседание астрономической секции
Малой академии наук «Искатель»

Фото А. Славинского





Самодельный 170-миллиметровый телескоп-рефлектор в качестве гида на двойном астрографе

Фото А. Славинского

Обсерватория начинает регулярные наблюдения Солнца, планет, комет и переменных звезд, приступает к изготовлению 10- и 16-дюймовых рефлекторов и светосильного метеорного патруля. Планируется строительство постоянного планетария.

Строительство нашей обсерватории — хороший пример для любителей астрономии и геофизики. Обсерватория позволяет проводить самую разнообразную работу по внешкольной, внеклассной и любительской астрономии. Обсерватория помогла повысить качество преподавания этой науки в школах, содействовала развертыванию деятельности по массовому распространению знаний о Земле и Вселенной среди трудящихся Крымской области.

КРЫМСКОЕ ОБЩЕСТВО ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

Попытки создать областное общество любителей астрономии предпринимались еще в период рождения СОЛА, но каждый раз они заканчивались неудачей. Отдельные кружки, возникавшие в разных городах и поселках Крыма, были неустойчивыми и быстро распадались. Это объяснялось прежде всего отсутствием постоянной базы и постоянного руководства. К тому же не уделяли особого внимания любителям астрономии школы и внешкольные учреждения.

Коренным образом положение изменилось, когда в области была построена областная юношеская обсерватория, и возникла

организация, получившая название Малой академии наук (МАН) «Искатель».

МАН — это новая форма работы с любителями науки и техники. В ее создании большую роль сыграло СОЛА. Его принципы и многие положения устава вошли в устав МАН. На базе юношеской обсерватории, СОЛА, астрономических кружков в Керчи, Судаче, Севастополе и других городах была создана астрономическая секция «Искателя», а потом и Крымское общество любителей астрономии (КОЛА). Сейчас в КОЛА входят филиалы, работающие в Керчи, Судаче, Саках, Севастополе, Приветном, Гвардейском, Старом Крыму, Евпатории. Организуются филиалы в Ялте, Феодосии и некоторых других городах области.

Число организованных любителей астрономии в Крыму с каждым годом растет. Если в 1946—1950 гг. их было не более 30, то в 1953—1955 гг. только в СОЛА входило 30—80 человек. В настоящее время в КОЛА насчитывается более 300 человек. Кстати, многие не проживающие в Крымской области любители астрономии состоят членами нашего объединения. Хорошо работают, например, филиалы общества в поселке Хангеранга, где местные любители открыли 17 сентября 1963 г. метеорный поток в Лебеде, в городе Ухта, где учащиеся строят обсерваторию, и в других местах. Впоследствии филиалы КОЛА превращаются в самостоятельные организации любителей или вступают в юношеские секции ближайших отделений ВАГО. Внеобластные филиалы или ячейки КОЛА связаны с нами в основном общей службой метеоров. Многим любителям комитет Крымского общества оказал серьезную материальную поддержку в изготовлении главного зеркала и вспомогательной оптики для рефлекторов, в подборе и приобретении литературы по астрономии, звездных карт, атласов и т. п.

Комитеты КОЛА и филиалы общества в 1964 г. организовали семь метеорных экспедиций, которые с июня по август работали в городе Судаче, селах Борзовке и Перевальном, на мысе Херсонес. В экспедициях участвовало более 60 подготовленных наблюдателей, в том числе студенты Ленинградского университета. Работы велись также и на постоянных пунктах в Симферополе, Судаче, Керчи, Саках, Приветном и др.

В ПЕРСПЕКТИВЕ — «АСТРОФИКАЦИЯ» КРЫМА

Кроме наблюдений метеоров по программе МГСС и по обычным программам комитет КОЛА

постоянно занимался претворением в жизнь плана астрофикации Крымской области. Астрофикацию мы понимаем так: каждому городу, районному поселку — народную или юношескую обсерваторию; каждому клубу, дому культуры, парку, каждой школе — телескоп или небольшой астрономический пункт; каждому дворцу или дому пионеров, станции или клубу юных техников, клубу культуры — астрономический кружок.

В этом направлении уже сделаны практические шаги. Приказ Крымского областного отдела народного образования обязывает всех руководителей школ и внешкольных учреждений в обязательном порядке при филиалах МАН «Искатель» создавать астрономические секции. В некоторых пунктах уже начали строить станции, обсерватории.

В Керчи при станции юных техников создан кабинет астро-

номии, построена наблюдательная метеорная площадка, разработан проект здания обсерватории с двумя куполами и различными лабораториями. Руководит работой здесь воспитанник СОЛА, ныне студент Крымского педагогического института имени М. В. Фрунзе — В. Г. Ковтанюк.

В Судаче строится метеорная станция с фотолабораториями, комнатой отдыха наблюдателей и двумя помещениями для агрегатов фотографического патруля. Станция строится на территории будущего научного городка, проект которого разрабатывается силами любителей физики и астрономии, при помощи комитета КОЛА и крымского филиала Гипрограда. Учащиеся местной школы Ю. Бархаев, Б. Бархаев, Л. Мялова, З. Тыщенко, З. Трофимова, Р. Машина и другие под руководством учительницы физики и астрономии Д. В. Петров-



125-миллиметровый телескоп-рефлектор юношеской обсерватории.

У телескопа члены СОЛА В. Арсеньев и В. Коптяев

Фото Г. Волянского

ской ведут не только систематические наблюдения метеоров, массовую работу, но и непосредственно участвуют в строительстве. Юных энтузиастов поддерживала общественность города. Местный совет депутатов трудящихся выделил под обсерваторию и научный городок 0,5 га земли и обязал руководителей различных учреждений и организаций оказывать шефскую помощь строителям.

Сакский райисполком также пошел навстречу любителям астрономии и передал местному филиалу КОЛА главное здание (павильон) бывшей сельскохозяйственной выставки. Павильон будет переоборудован под астрономическую обсерваторию.

В селе Приветном и поселке Гвардейском организовались астрономические кружки. Им пока еще трудно работать, так как нет ни помещения, ни библиотеки, ни средств. Используя опыт СОЛА и при его помощи, эти группы организуют массовые наблюдения метеоров, строят телескопы.

Симферопольцы постоянно помогают своим коллегам. Так, филиалам КОЛА в Приветном, Старом Крыму переданы телескопы-рефракторы, изготовленные в мастерских юношеской обсерватории. Изготавливаются телескопы для филиалов в городе Саках, поселке Гвардейском, городах Судак и Севастополе.

Для ускорения технического оснащения будущих юношеских и народных обсерваторий астросекция МАН «Искатель» на базе оптико-технического отдела СОЛА организовала областную оптико-техническую лабораторию и секцию астрономической техники КОЛА. Таким образом, любой астроном-любитель может приехать в Симферополь и здесь под руководством квалифицированного оптика Г. М. Попова и квалифицированного механика

Г. В. Григорьева изготовить оптику или механику для рефрактора и для других астрономических приборов. Областная оптико-механическая лаборатория освобождает многие филиалы КОЛА от необходимости создавать у себя оптическую лабораторию. Такая централизация телескопостроения в Крыму поможет многим астрокружкам быстрее стать на ноги.

Интересен опыт Симферопольской школы № 35, которая «независимо» от юношеской обсерватории и СОЛА проводила работу по астрономии в своем районе. Учитель физики и астрономии А. К. Березов организовал строительство астрономической обсерватории во дворе школы. Здесь уже построена астрономическая башня со сферическим куполом диаметром пять метров. Башня используется не только как укрытие для телескопа, но и как демонстрационный зал с маятником Фуко. Во дворе школы будут сооружены пункты для наблюдений Солнца и метеоров.

Каковы же перспективы развития любительской астрономии в Крыму? Мы верим, что в ближайшие пять — семь лет Крым в основном будет астрофицирован. Этому в значительной мере способствует деятельность Малой академии наук «Искатель» и Крымского областного отделения ВАГО, решение о создании которого принято XI пленумом Центрального совета ВАГО.

Тесный контакт в работе отделений ВАГО, отделов народного образования, отделов культуры, внешкольных учреждений и школ — вот тот путь, который может привести к широкому и качественному развитию астрономического любительства и серьезному улучшению пропаганды знаний о Земле и Вселенной как среди юношества, так и среди взрослого населения.



ПУНКТ ГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ

Специальная комиссия Национальной академии наук США назвала район, в котором будет выполняться проект «Мохоп», — сверхглубокое бурение верхней мантии Земли. Это пункт в Тихом океане в 160 км севернее Гавайских островов. Глубина океана в этом месте составляет около 4200 м; дно его отстоит примерно на 5000 м от мантии. Установлены также шесть пунктов в Тихом океане для пробного бурения.

Решению предшествовала шестилетняя отборочная работа. Было отвергнуто место вблизи Сан-Хуана (Пуэрто-Рико), как находящееся в поясе, где часты ураганы, способные сорвать работы. Пункт вблизи острова Антигуа был отвергнут потому, что расстояние от поверхности моря до мантии в нем оценивается примерно в десять с лишним километров, т. е. находится за пределами практически целесообразного в настоящее время бурения.

ПО П Р А В К А

В № 5 журнала «Земля и Вселенная» следует читать:
на стр. 65 в 27 строке снизу третьей колонки «9600 км/час»;
на стр. 69 в 5 строке сверху второй колонки «учение о Вселенной как целом».

В 1965 г. в нашем журнале публиковались карты звездного неба, соответствующие вечернему времени середины каждого месяца, а также краткие сведения о видимости планет. Учитывая многочисленные пожелания читателей, журнал в дальнейшем будет более обстоятельно информировать о том, что и как можно наблюдать на небе.

Ниже публикуются сведения о видимости планет в 1966 г.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ В 1966 ГОДУ

Звездная карта и графический календарь на вкладках этого номера журнала позволяют определять видимые положения планет, доступные любительским наблюдениям, на звездном небе и время нахождения их над горизонтом на протяжении всего 1966 г.

На звездной карте линиями различных цветов показаны видимые пути планет среди звезд: путь Меркурия — красным пунктиром, Венеры — синей линией, Марса — красной линией, пути остальных планет (Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна) — черными линиями.

Вдоль видимых траекторий движений или рядом с ними проставлены условные знаки планет: ☿ (Меркурий), ♀ (Венера), ♂ (Марс), ♃ (Юпитер), ♄ (Сатурн), ♅ (Уран), ♆ (Нептун).

Знаки Венеры и Марса поставлены в тех местах, где планеты находятся в начале каждого месяца. Цифра 1 рядом со знаком Марса означает, что в этом месте Марс находится 1 января 1966 г., цифра 2—1 февраля, 3—1 марта и т. д.

Положения Юпитера и Сатурна на начало каждого месяца показаны жирными точками, а рядом проставлены цифры 1, 2, 3..., что, как и в предыдущем случае, означает положения 1 января, 1 февраля и т. д.

Видимые пути Урана и Нептуна на карте очень малы, поэтому, чтобы не нагромождать числа на небольшом участке, положения показаны только для отдельных месяцев. Из тех же соображений не показан на звездной карте весь видимый путь Меркурия в течение года. На карте изображена только та часть траектории, двигаясь вдоль которой, Меркурий достигает наилучшей вечерней видимости. (Это бывает обычно весной.) На карте положения Меркурия показаны с интервалом в пять дней с 5 февраля по 1 апреля.

Кроме видимых путей планет на карте знаком ✳ показаны положения Солнца среди звезд в начале каждого месяца (соответствующие цифры стоят внутри знаков Солнца).

Оценивая относительные положения Солнца и планет для одной и той же избранной даты, можно приблизительно определить предстоящую видимость планет в течение всей ночи. Если планета находится вблизи Солнца — она не видна. Яркий солнечный свет не позволяет ее наблюдать. Планета, находящаяся на противоположной части большого круга (эклиптики), будет наблюдаться в течение всей ночи. Планета, находящаяся влево от Солнца (на карте — по часовой стрелке вдоль эклиптики), будет наблюдаться вечером, а при нахождении вправо от Солнца — будет иметь утреннюю видимость. Причем, чем левее от Солнца находится планета, тем она позже заходит и, следовательно, тем ее лучше наблюдать вечером. Чем правее, тем планета раньше восходит и, следовательно, тем ее лучше наблюдать утром.

Более полную и точную картину видимости планет дает астрономический графический календарь.

На горизонтальной оси календаря отложено местное время от 15 часов до 9 часов утра. На вертикальной оси — месяцы, разделенные на интервалы в пять дней. Более точная установка даты производится делением «на глаз» пятиступенчатого интервала.

Данные о времени восхода, кульминации и захода планет показаны в календаре в виде графиков. Поскольку видимость планет зависит от положения Солнца относительно горизонта, в календаре одновременно помещены графики времени захода и восхода Солнца, а также графики времени конца и начала гражданских и астрономических сумерек. Считается, что конец гражданских сумерек наступает, когда центр Солнца погружается под горизонт на 7° , а конец астрономических сумерек наступает, когда Солнце опускается ниже горизонта на 18° . (В это время на небе появляются самые слабые звезды.)

В предутренние часы смена сумерек происходит в обратном порядке: вначале наступают астрономические сумерки, потом гражданские, в конце которых восходит Солнце. Так как размеры календаря небольшие, то графики позволяют снимать отсчеты времени с точностью до 5—10 минут. Такая точность вполне достаточна для составления программы наблюдений на данный вечер.

Чтобы определить время и очередность астрономических явлений, достаточно положить линейку против соответствующей даты параллельно оси времени и снять отсчеты времени для тех точек, в которых она пересекает графики.

В виде примера рассмотрим время и очередность наступления астрономических явлений в ночь на 1 марта.

В 17 часов 28 минут заход Солнца; в 18 часов 05 минут восход Урана; в 18 часов 17 минут заход Сатурна; в 18 часов 28 минут конец гражданских сумерек; в 18 часов 50 минут заход Марса и время кульминации Юпитера; в 19 часов 24 минуты заход Меркурия и окончание астрономических сумерек; в 0 часов 24 минуты восход Нептуна; в 0 часов 43 минуты кульминация Урана; в 3 часа 27 минут заход Юпитера; в 4 часа 47 минут кульминация Нептуна; в 5 часов 00 минут восход Венеры; в 5 часов 55 минут начало гражданских сумерек; в 6 часов 53 минуты восход Солнца.

На основании этих данных программа наблюдений планет может быть следующей: прежде всего следует попытаться пронаблюдать Меркурий (он очень рано заходит), подобная вечерняя видимость будет около двух недель, а очередная хорошая вечерняя видимость будет только в следующем году.

Далее можно наблюдать Юпитер. После кульминации он все еще долго будет оставаться высоко над горизонтом и зайдет только под утро. Затем можно приступить к наблюдениям Урана. К 22 часам он довольно высоко поднимется над горизонтом и будет виден до самого утра. Под утро, с 3 часов, можно начать наблюдать Нептун, а в предутренней заре — Венеру.

Следует помнить, что графики календаря позволяют определять те или иные моменты по местному времени. А так как наши часы идут по декретному времени, то необходимо один раз определить для своего местожительства постоянную поправку, записать ее в календарь в квадрате с левой стороны и постоянно прибавлять ко всем найденным значениям моментов времени.

Постоянная поправка равна $n + 1 - \lambda$, где n — номер часового пояса; λ — долгота места, выраженная во временной мере. (Чтобы выразить долготу во временной мере, следует вначале с помощью географической карты определить долготу в градусной мере и перевести ее во временную меру, зная, что 1 час соответствует 15° , 4 минуты — 1° .)

Поскольку каждый житель СССР знает, насколько показания часов в его местности отличаются от «московского времени» (обозначим эту разность буквой p), то величина поправки равна $T_{\text{моск.}} + p - \lambda$. Следует также помнить, что данный графический календарь рассчитан для широты 56° , поэтому для других широт моменты восходов и заходов светил (но не кульминаций) несколько иные.

А. Д. МАРЛЕНСКИЙ,
доцент



(К стр. 66)

Поскольку среднее расстояние от Земли до Солнца равно 150 млн. км, диаметр солнечного пятна — около 43 тыс. км.

(К стр. 66)

Молекулы газа имеют широкий диапазон скоростей, зависящий от температуры. Вблизи точки замерзания воды тепловые

скорости молекул водорода около 2 км/сек. Тепловые скорости тяжелых элементов ниже. Скорость диссипации (рассеяния газовых молекул в пространстве) для Луны равна 2,4 км/сек. Но так как температура Луны может подниматься выше точки кипения воды, то Луна растеряла не только водород, но и тяжелые элементы. Температура на Титане ниже 130°K , тепловые скорости малы. Этим и объясняется наличие у Титана атмосферы.

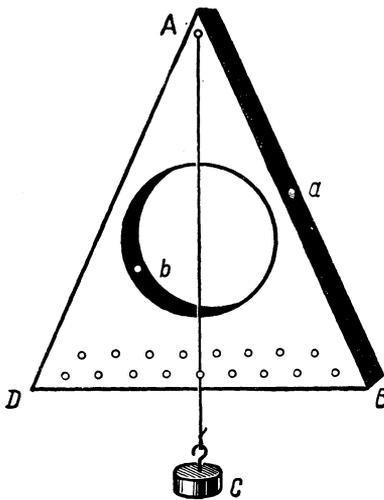
НАРОДНЫЕ КАРМАННЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЧАСЫ

6 февраля 1879 г. на заседании Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии при Московском университете (см. Известия Общества, т. 48, вып. 1, 1886) были показаны «карманные пастушки солнечные часы», присланные из Ярославской губернии членом общества Е. И. Якушкиным. Описание этих часов появилось в «Систематическом описании коллекции Дашковского этнографического музея» (вып. III, Москва, 1893). Вскоре этот любопытный прибор под названием «Карманные солнечные часы русских крестьян» попал в четвертое издание книги французского ученого Г. Тисандье «Новые полезные советы и приборы» (Париж, 1890).

В некотором смысле этот прибор был предшественником солнечного треугольника и солнечного кольца, предложенных в 1903—1905 гг. профессором С. П. Глазенапом для определения поправки часов по наблюдениям Солнца на равных высотах до и после полудня.

«Часы пастухов» представляют собой деревянный треугольник (см. рис.) высотой около 10 см. При вертикальном положении прибора в азимуте Солнца солнечный луч сквозь отверстие *a* падает на внутреннюю поверхность круглого выреза в треугольнике и должен быть совмещен с точкой *b*. В точке *A* прикреплена нить с грузом *C*. По всей вероятности, отметки вдоль линии *DB* должны были соответ-

ствовать различным часам дня на широте Ярославля в летнее время. К сожалению, описание прибора составлено недостаточно квалифицированно, а самих часов пока не удалось отыскать в музеях СССР. Согласно опубликованному описанию, на восходе Солнца (точнее при высоте Солнца



да около 5°) треугольник располагался так, что нить отвеса была параллельна линии *AB*. В полдень луч солнца попадал в точку *b*, если треугольник наклоняли так чтобы нить была параллельна линии *DA*. Разметка точек вдоль линии *DB* производилась

путем сравнения с обычными часами.

Можно предположить, что сохранились другие подобные приборы, представляющие большой интерес. Было бы очень ценно собрать в разных местах нашей Родины сведения о том, как у различных народов СССР считали в старину время и какие были приемы (или, может быть, приборы, вроде описанного треугольника) для определения часа суток или дня в году. В связи с этим хочу напомнить об очень интересной статье Л. Е. Майстрова и С. К. Просвиркиной о русских народных деревянных календарях («Историко-астрономические исследования», VI, 1960), а также о статье Л. Е. Майстрова «Старинный прибор для определения продолжительности дня и ночи» («Земля и Вселенная», № 4, 1965).

Присылайте описания и фотографии подобных приборов в Комиссию истории астрономии (Москва, В-312, ул. Вавилова, 20, Астросовет). Наиболее интересные из них будут опубликованы.

Хотелось бы также особо подчеркнуть ценность сведений о народных астрономических представлениях, о том, как называют в народе различные созвездия, яркие звезды и планеты, как объясняют различные астрономические явления, какие существуют пословицы и поговорки астрономического происхождения.

Пытливого любителя астрономии и краеведа ожидают интересные открытия и находки.

П. Г. КУЛИКОВСКИЙ,
председатель комиссии
истории астрономии
Астросовета АН СССР

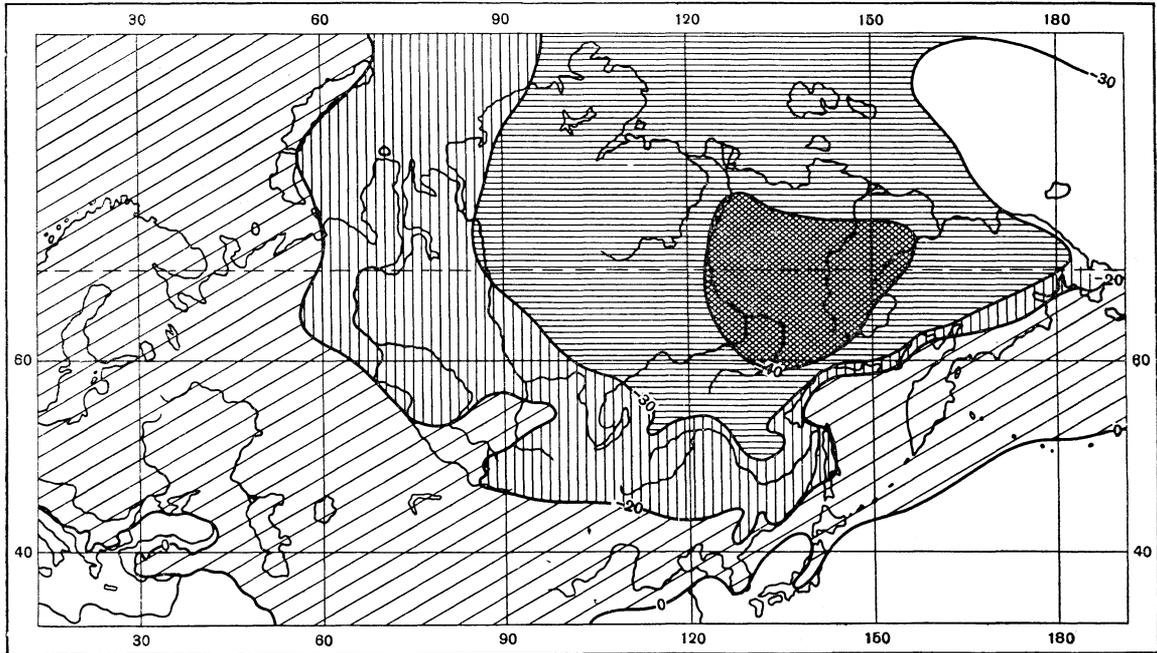
ОТ РЕДАКЦИИ

На протяжении текущего года редакция получала многочисленные запросы от читателей, тщетно пытавшихся купить в киосках «Союзпечати» отдельные номера журнала «Земля и Вселенная». Трудности приобретения журнала обусловлены тем, что по

причинам, не зависящим от редакции, журнал до данного номера почти полностью распространяется по подписке, а несколько сотен экземпляров, которые поступают в розницу, довольно быстро раскупаются.

ПОГОДА НАШЕЙ СТРАНЫ

ЗИМА



Средняя температура воздуха в январе

Двадцать второго декабря, в день зимнего солнцестояния, в северном полушарии начинается астрономическая зима. В этот день отмечается самая малая в году продолжительность дня и самая низкая высота Солнца над горизонтом. В Москве день длится всего 7 часов, в Туруханске — около 4 часов, а в Арктике — давно царит полярная ночь.

Уменьшение радиационного баланса зимой и связанные с ним зимние холода вызваны не только падением потока солнечной радиации, но и в значительной мере тем, что покрытая снегом поверхность Земли сильнее отражает солнечные лучи.

В народе начало зимы принято связывать с наступлением устойчивых морозов и устойчивого снежного покрова. В средней полосе эти признаки наблюдаются обычно в конце ноября. В течение декабря зона устойчивого снежного покрова постепенно распространяется от северо-восточных и центральных районов на Ленинградскую область, Прибалтику, Украину. Вместе с морозами и снегом приходят и метели. Декабрь на европейской территории СССР и в Западной Сибири — наиболее пасмурный месяц. В Москве в декабре наблюдается в среднем всего 6 солнечных дней, а в Ленинграде — 4.

Если декабрь — самый пасмурный месяц, то январь — самый холодный. В Москве, например, самый холодный день (по средним многолетним данным) приходится на 28 января.

Суровость зимы в Советском Союзе возрастает от западных границ к восточным. Так, в Калининграде средняя температура января составляет -4° , а во Владивостоке, который расположен на 1000 км южнее Калининграда и находится на широте Сухуми и Ниццы, среднемесячная температура составляет -14° . Объясняется это преобладающим направлением атмосферных движений — с запада на восток, переносимым

теплый воздух с Атлантического океана. Влияние Атлантики по мере передвижения к востоку становится все слабее, и в Восточной Сибири сходит на нет. В западной части нашей страны ухудшение погоды обычно связано с циклонами; они зарождаются над северной Атлантикой или над Средиземным морем, где, как и над другими морями и океанами, давление воздуха зимой понижено. Над сушей, наоборот, давление зимой увеличивается, так как воздух здесь охлаждается быстрее, чем над морем. Особенно интенсивные и обширные области высокого давления — антициклоны, возникают в Центральной и Восточной Сибири. Усилению зимнего азиатского антициклона способствует вторжение холодного воздуха из Арктики. В центральных областях антициклона (Забайкалье, Якутия) господствует ясная, очень морозная и тихая погода со штилями или слабыми ветрами, неустойчивыми по направлению. На периферии антициклона ветер усиливается и его направление становится более определенным: он дует в сторону области с пониженным давлением. Так, на юге

европейской части Союза преобладают восточные ветры, в средней полосе — юго-восточные, южные и юго-западные, как и в Западной Сибири. Естественно, что южные ветры не сопровождаются потеплением, если они переносят воздух из более холодных континентальных областей. Если же эти ветры дуют с Атлантического океана или Средиземного моря, то могут наступить даже оттепели. Наиболее сильные ветры наблюдаются в тундровой и степной полосе. Для тундры характерна пурга, для степи — бураны. Причины сильных ветров в этих различных климатических зонах одинаковы: открытая местность и быстрое падение атмосферного давления. А на побережье дальневосточных морей в январе господствует зимний муссон — устойчивый холодный ветер, направленный из глубины континента в сторону океана.

Февраль — месяц метелей и заносов. Он лишь незначительно теплее января, а высота снежного покрова в феврале продолжает расти. Особенно глубокий снежный покров наблюдается в горах и на востоке нашей страны. На Камчатке он даже на небольшой

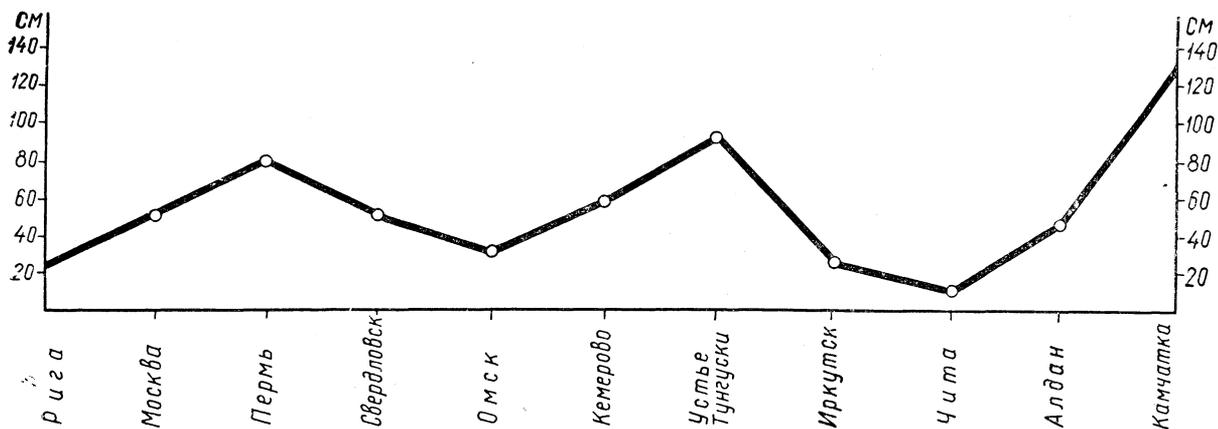
высоте над уровнем моря достигает 1,3 м, а в горах Алтая — 5 м.

Самые холодные места на территории СССР расположены на северо-востоке Азиатского континента. Верхоянск и Оймякон называются полюсами холода. Здесь морозы достигают 68° .

Есть в Советском Союзе области, где климат гораздо теплее, чем на остальной части территории страны. Это в основном советские субтропики: Черноморское побережье Кавказа и Крыма. Теплее всего зимой в Гагре; среднемесячная температура января составляет здесь 7° выше нуля. Зима в субтропиках — дождливое время года. Самое дождливое место в Советском Союзе — Батуми. В январе здесь выпадает 240 мм осадков (это больше, чем за все летние месяцы в Москве), а рекордное количество осадков за сутки — около 100 мм. Дожди на Черноморском побережье Кавказа обильны, но обычно непродолжительны. Они имеют ливневый характер и чередуются с ясной, солнечной погодой. На южном берегу Крыма осадков значительно меньше.

Л. Н. СТРИЖЕВСКИЙ

Ход высоты снежного покрова в феврале на территории СССР





ТОРНАДО И РАДИОАКТИВНЫЙ СТРОНЦИЙ

Доктор А. Нелсон Дингл из Мичиганского университета выступил в Вашингтоне с докладом, в котором привел факты, свидетельствующие о том, что радиоактивный стронций-90, заброшенный в стратосферу во время испытательных взрывов, по-видимому, может захватиться в «воронку», образуемую торнадо. Как показывают наблюдения, в районе равнинных штатов внутриконтинентальной части США возможно в отдельных случаях образование области повышенной радиации под воздействием смерча, опускающегося до земли.

«Science»,
148, 1965, 227



САМЫЕ ДАЛЕКИЕ ОБЪЕКТЫ ВСЕЛЕННОЙ

Американский астроном Мартин Шмидт с помощью гигантского пятиметрового телескопа измерил красные смещения пяти удаленных квазизвездных объектов.

Как известно, по величине красного смещения определяют расстояния до далеких галактик. Чем дальше находится галактика, тем больше скорость, с которой она удаляется от нас вслед-

ствие расширения Метагалактики и тем больше обусловленное эффектом Доплера смещение ее спектра в красную область.

По измерениям Шмидта, источник ЗС-9 имеет красное смещение Z , равное 2. Для сравнения заметим, что всего 10 лет назад максимальное смещение, которое удавалось измерить, было в 10 раз меньше. Затем с 1961 г. рекорд принадлежал радиогалактике ЗС-295, для которой $Z = 0,46$. С открытием суперзвезд или, как их теперь называют, квазаров появилась возможность измерять расстояния до гораздо более далеких объектов.

Квазизвездный источник ЗС-9 — самый удаленный из объектов, для которых теперь точно определено расстояние. Расположенный вблизи «видимого горизонта» Вселенной, этот источник удаляется от нас с гигантской скоростью, около 0,8 скорости света. При этом длина волны излученного им света меняется втрое. Любопытно, что одна из наблюдавшихся Шмидтом линий в спектре источника ЗС-9 — знаменитая линия водорода Лайман альфа с длиной волны 1216 Å (на спектрограммах ее длина волны 3666 Å).

Особый интерес представляет измерение красного смещения звездообразного объекта, отождествляемого с источником радиоизлучения СТА-102. Как уже сообщалось в нашем журнале (см. «Земля и Вселенная», № 3, 1965), советские радиоастрономы обнаружили переменность этого источника в диапазоне дециметровых радиоволн с периодом около 100 дней. Отсюда можно было заключить, что расстояние до него не более 2 мегаларсек. Измеренное Шмидтом красное смещение источника СТА-102 составляет 1,04. Наряду с источниками ЗС-9 и ЗС-287, он оказывается одним из наиболее удаленных объектов Вселенной. При смещении $Z = 1,04$ расстояние до источника СТА-102 по крайней мере в 1000 раз превышает оценку, полученную по измерениям переменности радиоизлучения. Таким образом, клубок противоречий вокруг этого интересного объекта запутывается все сильнее.

«Astrophysical Journal»,
141, № 3, 1965

НЕЙТРИНО- АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

В заброшенной шахте в штате Айдахо (США), на высоте около 1500 м над уровнем моря заканчивается строительство обсерватории, главный элемент которой — ловушка для нейтрино, генерируемых термоядерными процессами, происходящими в ядре Солнца.

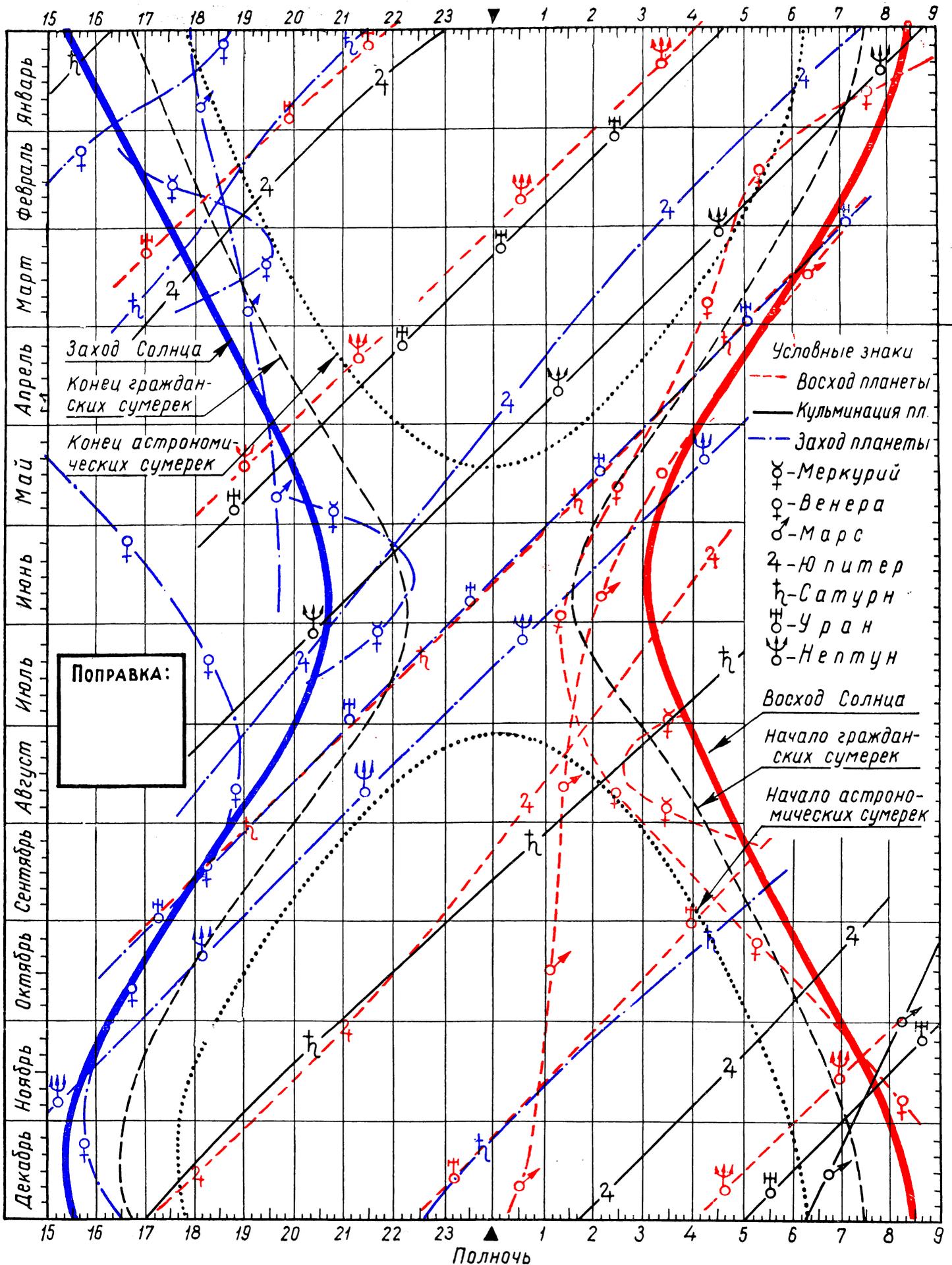
В докладе доктора Джона Баколлы из Калифорнийского технического института, представленном на симпозиум по релятивистской астрофизике, происходивший в Техасском университете, изложены подробности этого проекта. Новая обсерватория расположена под землей, чтобы быть экранированной от космических лучей. Нейтрино же, не имея электрического заряда, массы покоя и очень слабо взаимодействуя с веществом, способны со скоростью света проникать сквозь любую среду. Из примерно 10 млрд. нейтрино, проходящих в секунду через каждый квадратный сантиметр поверхности земли, только одна такая частица поглощается.

В строящейся ловушке в качестве нейтринопоглощающего вещества используется 450 000 л моющей жидкости — тетрахлорэтилена, молекула которого состоит из двух атомов углерода и четырех атомов хлора. В тех относительно редких случаях, когда нейтрино поглощается ядром атома хлора, последний превращается в атом аргона-37. Так как аргон-37 радиоактивен, его распадающийся атом обнаруживается с помощью счетчиков Гейгера.

Если существующие сейчас теории, объясняющие механизм генерации энергии звездами, верны, то можно ожидать от трех до девяти отсчетов в сутки, вызванных только солнечными частицами. Количество испускаемых звездой нейтрино находится в зависимости от температуры: чем она выше, тем больше генерируется нейтрино и тем выше их энергии.

Различные поглощающие материалы обладают чувствительностью к разным видам нейтрино. Это позволяет выборочную их регистрацию и тем самым дает возможность создать их спектр, подобный тому световому спектру,

Полночь



что содержит в себе ценную информацию об астрономических объектах.

Нейтрино — единственные субатомные частицы, свободно проникающие сквозь толщу вещества солнечного шара. Они должны нести информацию о температуре, плотности материи и относительном количестве легких элементов во внутренних областях Солнца.

Если эксперимент с обнаружением нейтрино солнечного происхождения пройдет успешно, существует план «нацелить» нейтринную ловушку на другие астрономические объекты с целью изучения сверхновых радиогалактик и квазизвездных радиисточников.

«Scientific American»,
№ 2, 1965, 53.



ЭНЕРГИЯ УРАГАНОВ

Сотрудник Океанографического института университета штата Флорида в Таллахаси доктор М. Гарстанг проанализировал ежегодные наблюдения, проведенные в течение 24 суток в период ураганов в субтропической части Атлантики на площади в 66 тыс. кв. миль. С помощью быстродействующей вычислительной машины была найдена математическая формула, описывающая расход и передачу энергии урагана.

По мнению Гарстанга, теплые субтропические воды при возникновении и развитии урагана выделяют в атмосферу вдвое больше энергии, чем в обычное время. Новая формула, возможно, позволит метеорологам со значительной точностью определять обмен энергии между океаном и атмосферой во время штормов определенного типа. В дальнейшем это поможет предсказывать, насколько интенсивным будет тот или иной ураган.

КТО ПЕРВЫЙ ПРИМЕНИЛ МЕТОД ТРИАНГУЛЯЦИИ?

При градусных измерениях, дающих единственную возможность определения размеров Земли, огромным шагом вперед было применение метода триангуляции, который позволяет измерять дуги меридианов и параллелей любой длины. Во многих сочинениях по геодезии изобретение метода триангуляции обычно приписывают голландскому ученому Виллеброду Снеллиусу (1580—1626), который известен также открытием законов отражения и преломления света. Действительно, в 1614—1616 гг. он построил между городами Алкмаром и Бергеном в Голландии цепь из 32 треугольников, в которых измерил все углы и 3 базиса длиной в 335, 640 и 1342 м, чтобы определить длину дуги меридиана между этими городами.

Но является ли Снеллиус первым изобретателем триангуляции? Профессор И. Рышавый в своей книге «Высшая геодезия» (Прага, 1947) указывает: «Было высказано мнение, что еще на 60 лет раньше Снеллиуса триангуляцию использовал известный

чешский математик, астроном и естествоиспытатель Тадеуш Гаек при съемке земель вокруг Праги в 1556—1563 гг.»

Но история триангуляции, по-видимому, уходит еще дальше в глубь веков. Так, профессор В. В. Данилов в книге «Точная полигонометрия» (Москва, 1953) пишет: «Распространенное мнение, что Снеллиус первый предложил метод триангуляции, неверно. Еще древние египтяне пользовались им. (Вспомним, например, применение «египетских» треугольников со сторонами 3, 4, 5 или определение Фалесом высоты пирамиды...) После средних веков испанцы, по-видимому, первые применили его в геодезических работах в XVI веке во времена Филиппа II (1556—1598 гг.), в лице Педро Эскуавеля, профессора математики в университете d'Alcala de Henares».

Таким образом, Тадеуш Гаек и Педро Эскуавель скорее могут считаться изобретателями триангуляции, чем Снеллиус.

А. В. БУТКЕВИЧ,
доцент



(К стр. 30)

В начале вычислим радиус описанной окружности для треугольника BCD по формуле

$$r = \frac{b}{2 \sin \beta}.$$

Затем, зная отрезки $BC = b$, и $BO = CO = r$, построим центр окружности O с помощью линейной засечки. После этого проведем окружность с радиусом r из центра O и прямую AQ под углом α к линии AB .

При этом возможны три случая:

- прямая AD проходит вне окружности BCD — задача не имеет решения;
- прямая AD касается окружности BCD в точке D — задача имеет единственное решение;
- прямая AD пересекает окружность BCD в двух точках D' и D'' — задача имеет два решения.

Кроме математического, эта задача имеет и другое — геодезическое решение. Оно основано на составлении двух уравнений с неизвестными углами φ и ψ :

$$\varphi + \psi = 360^\circ - \alpha - \beta - \angle ABC = 360^\circ - Q;$$

$$\sin \varphi \sin \psi = \frac{a \sin \alpha \sin \beta}{b} = K.$$

Отсюда

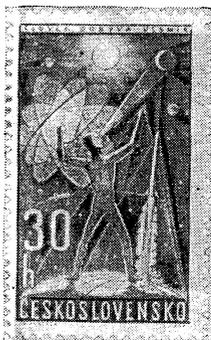
$$\cos(\theta - 2\varphi) = 2K + \cos \theta \leq 1.$$

Здесь также возможны три случая решения.

Получив углы φ и ψ , можно вычислить стороны AD и CD и их дирекционные углы, а затем и координаты точки D .

Подобная задача (для случая б) предложена в XIX веке математиком Лакруа (Франция).

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ



КОСМОС

НА МАРКАХ

ЧЕХОСЛОВАКИИ

Со дня запуска первого советского искусственного спутника Земли по июнь 1965 г. СССР и страны социалистического лагеря выпустили около 600 марок и блоков на «космическую тему», из них 52 марки Чехословакии.

Уже в декабре 1957 г. в серии почтовых марок, посвященных Международному геофизическому году, ЧССР показала второй советский ИСЗ (художник Фр. Гудечек). С этого времени в ЧССР ежегодно выпускаются марки на космическую тему.

В 1958 и 1959 гг. изданы марки стоимостью 30 геллеров, изображающие скульптуру Г. Постникова «К звездам» (гравер И. Шмидт) и символический запуск космической ракеты «В космос» (художник В. Немечек).

Второй советской космической ракете, доставившей на Луну вымпел Советского Союза, посвящена марка стоимостью 60 геллеров, выпущенная в 1960 г. (художник В. Полашек).

С 1961 г. в ЧССР планируются выпуски серий марок под общим названием «Исследование космоса».

В серии 1961 г., состоящей из 6 марок стоимостью 20, 30, 40, 60 геллеров, художник Фр. Гудечек изобразил третий советский ИСЗ, первый и третий «лунники», космическую ракету на старте к Венере. В этой же серии почта ЧССР поместила марку стоимостью 2 кроны с надписью «Человек в космосе». Это произошло за месяц до исторического рейса Ю. А. Гагарина.

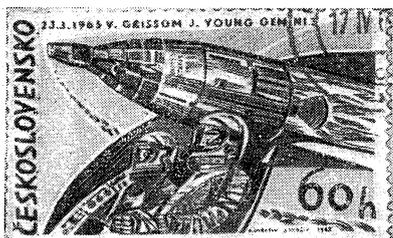
Первая зарубежная страна, которую посетил Ю. А. Гагарин, была Чехословакия. Этот визит отмечен выпуском двух почтовых марок. Гостеприимство народов Чехословакии очень удачно отразил художник П. Боуды. На его марке (60 геллеров) изображен Гагарин, окружен

ный толпой пражан, несущих цветы, красные и сине-бело-красные флажки СССР и ЧССР. На второй марке (1,60 кроны) — портрет Ю. А. Гагарина, космический корабль в полете и голубь, символизирующий мирные устремления СССР в изучении и освоении космоса.

На 6 марках серии 1962 г. художник Фр. Гудечек демонстрирует дальнейшие успехи СССР в области освоения космоса. Рисунок на марке стоимостью 30 геллеров, открывающий эту серию, изображает символическую фигуру человека, стремящегося ввысь, в космос. В руке человека — схематическое изображение атома. Справа от фигуры человека — стартующая ракета.

Большим событием для филателистов всего мира была организованная в Праге Всемирная филателистическая выставка «Прага-62». Почта ЧССР выпустила серию марок и блок-марок, в которых нашли отражение успехи в освоении космоса. Марка стоимостью 60 геллеров изображает космонавта на фоне звездного неба. Блок из 8 марок, из которых 4 по 60 геллеров, повторяет этот рисунок (художник И. Леслер).

В 1963 г. серия из 6 марок посвящена новому этапу исследования космического пространства (художник Фр. Гудечек). Регулярные рейсы между Землей и Луной (60 геллеров); космические автоматические станции на пути к Марсу (1 крона); Юпитеру (1,60 кроны), Сатурну (2 кроны); Солнце, Меркурий, Венера и межпланетная станция около них (30 геллеров) — таково содержание серии.



К выставке в Праге «Человек и полеты в космос» вышла блок-марка стоимостью 3 кроны. Рисунок повторяет марку стоимостью 1 крона из серии 1963 г. — полет АМС к Марсу. Блок-марка украшена орнаментом из точек и звездочек (художник Фр. Гудечек). Дальнейшему успеху советской космонавтики, второму групповому полету в космос посвящена серия из двух марок. Художник Фр. Гудечек повторил на них рисунок марки стоимостью 60 геллеров, посвященной полету Г. С. Титова, добавив изображение космонавтов В. Ф. Быковского и В. В. Терешковой.

Первому десятку людей, побывавших в космосе, — космонавтам СССР и США посвящена серия из 8 марок 1964 г. (художник Я. Лукавский). Блок-марка (3 кроны) того же художника издана в честь полета корабля «Восход» с космонавтами В. М. Комаровым, К. П. Феоктистовым и Б. Б. Егоровым.

Первые марки 1965 г. посвящены выходу человека в открытый космос, а также американским космонавтам. Серия состоит из 4 марок. Каждая пара марок разделена перфорацией. На одной паре (60 геллеров и 3 кроны) — изображение членов экипажа корабля «Восход-2», на другой (60 геллеров и 3 кроны) — экипаж американского корабля «Джеминай-3».

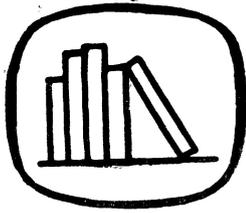
Очередная серия из 5 марок «Исследование космоса» стоимостью 60 геллеров, 1, 1,40, 1,60 и 2 кроны (художник Я. Лукавский) отображает отдельные моменты исследования Луны, Марса, а также некоторые другие эксперименты в космосе.

Две марки (20 и 30 геллеров) посвящены Международному году спокойного Солнца.

Я. Б. ГУРЕВИЧ

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ

О МАРКАХ, ПОСВЯЩЕННЫХ АНТАРКТИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ ВО ВРЕМЯ МГГ



КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР» В 1966 г.

Слова «космос», «астрономия» и «геофизика» все чаще становятся рядом не только в монографиях и в статьях специальных журналов, но и в научно-популярной литературе и даже в газетной хронике. И это, конечно, не случайно: успехи космонавтики открыли принципиально новые методы в изучении природы небесных тел и нашей Земли.

Развитие науки здесь идет поистине «космическими» шагами, и те вопросы, которые еще несколько лет назад могли заинтересовать только астронома-специалиста (скажем, о природе покрова лунной поверхности), ныне стали, по существу, плановыми заданиями для конструкторов межпланетных кораблей.

В этих условиях своевременная и достаточно полная информация советских читателей о достижениях зарубежной науки в области космических исследований, астрономии и геофизики приобретает особо важное значение.

С какими же книгами зарубежных авторов по исследованию космоса, астрономии и геофизики познакомит читателей в 1966 г. издательство «Мир»? Прежде всего, это книги: «Околоземное космическое пространство. Справочные данные» под ред. Ф. Джонсона и «Космическая физика» под ред. Д. ле Галле и А. Розена. Первая книга даст астроному, геофизику, биологу и инженеру необходимые сведения об околоземном космическом пространстве; в ней учтены результаты, полученные вплоть до 1964 г. Сюда включены данные о составе и структуре атмосферы и ионосферы Земли, проникающей радиации вблизи Земли и межпланетном пространстве, излучении

Солнца, микрометеоритах и т. д. Вторая книга — это отчет о результатах исследований космоса за последние пять лет, составленный группой видных американских ученых. Книга достаточно серьезна, но читается легко, так как авторы не злоупотребляют ни формулами, ни специальной терминологией.

Содержание небольшой монографии известного ученого Д. Кинг-Хили хорошо раскрывается ее заглавием: «Теория орбит искусственных спутников в атмосфере». Ее достоинство в том, что автор, используя аналитические методы, получает общие формулы, пригодные для расчетов во многих случаях, встречающихся на практике.

Наконец, книга английского астронома В. Фирсова «Жизнь вне Земли» посвящена одной из самых животрепещущих проблем науки. Автор сделал смелую попытку рассмотреть жизнь как космическое явление, не ограничиваясь земными, белковыми формами. Книга будет с одинаковым вниманием читаться как специалистами, так и людьми, интересующимися узловыми вопросами естествознания.

Издается также цикл лекций «Эволюция звезд и галактик» В. Бааде — выдающегося астронома-наблюдателя и крупного теоретика, много лет работавшего на самых больших телескопах мира. Книга написана простым и доходчивым языком и привлечет внимание не только специалистов, но и многочисленной армии любителей астрономии.

Об удивительных стекловидных телах, издавна находимых в различных местах земного шара, рассказывает книга «Тектиты». Что это, земные или космические

образования? В предлагаемой книге ученые обсуждают то, что мы знаем о тектитах: их морфологию, химический и изотопный состав, возраст, возможные источники их происхождения.

Важной проблеме посвящается книга «Солнечные вспышки» Г. и Э. Смитов. В ней рассмотрены новейшие фактические данные об этих грандиозных проявлениях солнечной активности, позволяющие наметить пути для выяснения источника энергии вспышек и возможности предсказания их появления.

Переводится книга Уилера, Гаррисона, Вакаана и Торне «Теория гравитации и гравитационный коллапс». Проблема гравитационной неустойчивости после открытия «сверхзвезд» в 1963 г. приобрела особый интерес для широких кругов физиков и астрономов.

Читатели, интересующиеся вопросами физики атмосферы, получат книги Р. М. Гуди «Атмосферная радиация. Основы теории» и Дж. Ламли и Г. Панюфского «Структура атмосферной турбулентности». Обе книги написаны крупными специалистами; в них удачно сочетаются глубина, строгость и четкость изложения. Темы обеих книг тесно связаны с насущными проблемами спутниковой метеорологии. Они представляют большой интерес для специалистов и послужат хорошими учебными пособиями для студентов геофизиков, астрономов и метеорологов.

В книге Перрена де Бришамбо «Солнечное излучение и радиационный обмен в атмосфере» изложены вопросы теории и практики актинометрии.

Специалисты по физике зем-



АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ 1965 ГОДА

1965 год, быть может, войдет в историю астрономии как рекордный по числу открытых новых объектов. Уже за три первых его месяца были обнаружены шесть сверхновых звезд и две кометы. Кроме того, одна комета, орбита которой была уже известна, наблюдалась снова на «обратном пути» в окрестностях Солнца. В апреле была обнаружена еще одна периодическая комета — комета Ван Бисбрук, впервые открытая в 1954 г. В этом же месяце вспыхнула еще одна сверхновая. (Пять из семи сверхновых были открыты доктором Ф. Цвикки на Паломарской обсерватории (Калифорния). Обе новые кометы впервые наблюдались в обсерватории Пурпурная гора под Нанкином (КНР) в начале января. Им присвоены имена «Цучиншань 1» и «Цучиншань 2» по китайскому названию этой обсерватории. Следует отметить, что до сих пор новым кометам обычно давались названия по фамилиям первооткрывателей, а не по обсерваториям.

Орбиты обеих комет, вычисленные на счетно-решающих машинах обсерватории Цучиншань, очень близки друг к друг-

гу; обе они проходят в окрестностях планеты Юпитер. Высказывается предположение, что это результат деления одной крупной кометы на две части.

Одна сверхновая была впервые обнаружена в этом году доктором Энрике Чавира из Мексиканской национальной астрономической обсерватории, другая — доктором Балаш на обсерватории Конколи в Будапеште.

Среди достижений этого года также следует упомянуть первое наблюдение звезды семнадцатой величины, окруженной кольцом, диаметр которого равен 29 секундам. Обнаружение этой весьма слабой звезды представляет особый интерес, так как она находится вблизи интенсивного источника радиоволн и около того места на небе, где, судя по историческим источникам, в 1006 г. нашей эры в пределах нашей Галактики произошла вспышка очень яркой сверхновой звезды.

НЕОБЫЧНАЯ НОВАЯ СТРЕЛЫ

Польский астроном доктор В. Кшеминский и американский астроном доктор Р. Крафт, работая совместно в обсерватории Маунт Вилсон и Маунт Паломар (Калифорния), обнаружили, что новая звезда в созвездии Стрелы состоит из двух звезд, соединенных водородной перемычкой. Вспышки этой Новой, при которых яркость свечения увеличилась до 2000 раз по сравнению с нормальной, отмечались в 1913 и в 1946 г. Этот случай пред-

ставляет особый интерес, так как он впервые дает возможность проверить часть теории Эйнштейна, предсказывающей существование гравитационных волн.

Расстояние до Новой Стрелы составляет всего 150 световых лет. Крафт и Кшеминский вычислили, что диаметр всего объекта меньше половины диаметра Солнца. Звезда, составляющая большую часть объекта (она по размерам приблизительно равна Юпитеру), обладает меньшей массой. Ее светимость мала для того, чтобы быть видимой. На расстоянии около 240 000 км от нее находится меньший по размерам объект с большей светимостью — белый карлик со значительной плотностью материи и диаметром около 24 000 км.

Так как белый карлик содержит большую массу, он обладает значительным гравитационным притяжением, и поток водорода устремляется с большей звезды, пополняя светящееся кольцо вокруг него. Тепловое воздействие карлика вызывает свечение газа уже при его приближении к звезде.

Обе звезды обращаются вокруг общего центра со значительной скоростью: один оборот завершается за 81,5 минуты. Поэтому они должны излучать гравитационные волны, если такие волны существуют. Гравитационные волны должны уносить часть энергии и уменьшать период обращения.

При наблюдениях применялись фотометрические и спектроскопические методы. Их результаты опубликованы в журнале «Astrophysical Journal».

ных недр получают в 1966 г. книгу К. Е. Буллена «Введение в теоретическую сейсмологию» — перевод третьего английского издания. Эта книга стала настольной для всех специалистов, изучающих Землю. В новом издании дополнены разделы, посвященные сейсмическим методам разведки полезных ископаемых; специальные главы посвящены эффектам подземных ядерных взрывов и возможностям сейсмических методов для исследования внутреннего строения Луны и других планет солнечной системы.

Внимание многих читателей

привлечет сборник «Аэромагнитные методы в геофизике».

В 1966 г. читатель получит также интересные научно-популярные книги: «Относительность и здравый смысл» Г. Бонди, «Физика в космосе» Г. Линднера, «Охотники за тайфунами» П. А. Молэна, «Поиски планеты Икс» — драматическая история открытия Плутона — Г. Саймона и «Оптические иллюзии» С. Таланского.

Книга Дж. Ходжсона «Землетрясения и строение Земли» знакомит читателя с землетрясениями и вызывающими их причинами. Книга богато иллюстрирова-

на снимками разрушительных Калифорнийского и Аляскинского землетрясений.

Кроме того, издательство наметило к выпуску второе издание «Космической электродинамики» Г. Альвена (переработанное им совместно с К. Г. Фельдхаммером), книгу Брандта и Ходжа «Астрофизика солнечной системы», а также работу У. Фаулера и Ф. Хойла «Нейтронные процессы и образование пар в массивных и сверхновых звездах».

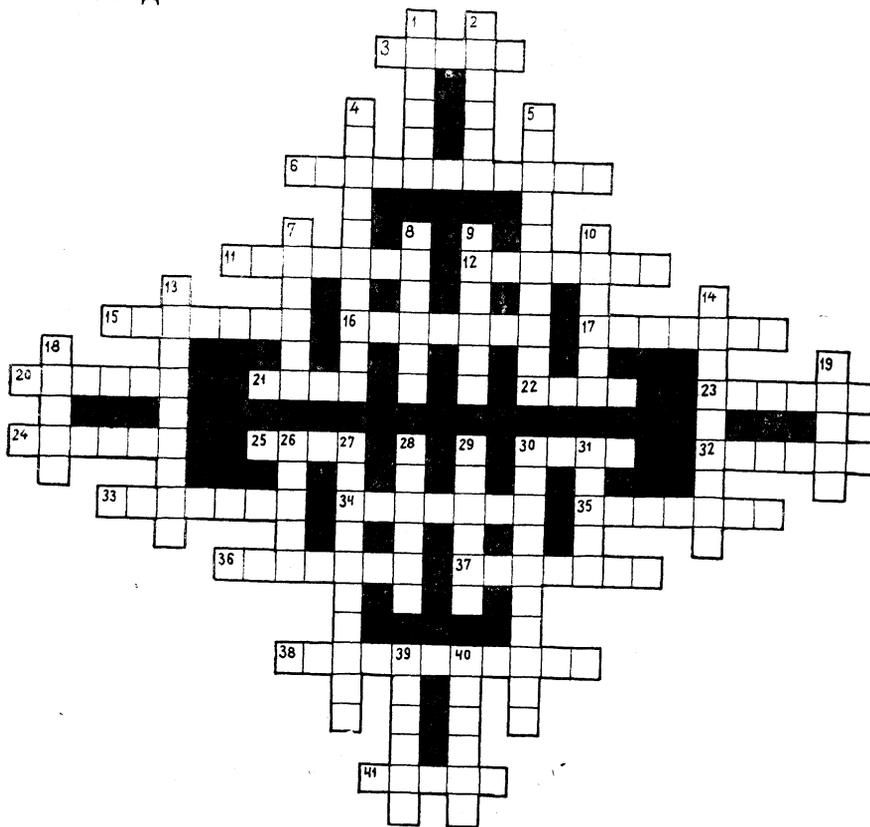
Л. В. САМСОНЕНКО



ТЕМАТИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В «ЗЕМЛЕ И ВСЕЛЕННОЙ» В 1965 г.

	№№		№№
Белоусов И. М.— Океан	4	Салова Г. И.— О чем говорят «полосы Синтона»	5
Благоволин Н. С.— Ученые следят за пульсом Земли	5	Селезнев В. П.— Штурманы Вселенной	2
Богоров В. Г.— Жизнь морей нашей страны	4	Силкин Б. И.— Международный год спокойного Солнца	5
Брагинский В. Б.— Гравитационные волны и попытки их обнаружения	5	Скуридин Г. А., Плетнев В. Д., Шалимов В. П., Швачунов И. Н.— Солнечный ветер, магнитосфера и радиационный пояс Земли	3 и 4
Буланже Ю. Д.— Изменяется ли сила тяжести во времени!	2	Стронг Дж.— Инфракрасная астрономия с помощью аэростатов	5
Вайсберг О. Л.— Полярные сияния	6	Урсул А. Д.— Освоение космоса и прогресс общества	2
Воробьев Г. Г.— Тектиты — Земля или космос!	2	Фесенков В. Г.— Солнечное кометное облако и межзвездное пространство	4
Гиндилис Л. М.— О возможности связи с внеземными цивилизациями	1	Фесенков В. Г.— Космическое пылевое облако вокруг Земли	6
Гришин Н. И.— Тайна средних широт	3	Фесенкова Л. В.— Может ли быть Марс обитаем!	5
Давыдов В. Д.— Марс — наш космический сосед	4	Человек выходит в космический океан	2
Ефремов Ю. Н.— Жизнь звезд	2	Чирвинский П. Н.— Метеориты как объекты религиозного почитания	6
Жарков В. Н., Берикашвили В. Ш.— Проблемы сейсмических исследований на Луне	6	Чугайнов П. Ф.— Самые молодые звезды	6
Засов А. В.— Космология и наблюдения	4	Шебалин Н. В.— Человек и Земля	1
Ильин А. В.— Рифтовая система Земли	5	Шебалин Н. В.— Землетрясения и вулканы	3
Корлисс У.— Обнаружение жизни в космосе	6	Шкловский И. С.— Рентгеновская астрономия	3
Кринов Е. Л.— Новые метеориты нашей страны	1	Штейнс К. А.— В путешествие с кометой	5
Куницкий Р. В.— Астрономия в атеистической пропаганде	1	Ямпольский А. Д.— Что такое Гольфстрим!	5
Левантовский В. И.— Трассы лунных кораблей	1		
Малкевич М. С.— Спутниковая метеорология	6	ЛЮДИ НАУКИ	
Масевич А. Г.— Искусственные спутники — о нашей планете	1	Мельников О. А.— Галилео Галилей	1
Николаев В. Д.— Земля — «Молния-1» — Земля	4	Мюрсепп П. В.— Бернхард Шмидт — выдающийся оптик XX века	6
Оорт Ян — Строение и эволюция Галактической системы	2 и 3	Нейман В. Б., Романов Е. М., Чернов В. М.— Иван Осипович Янковский	4
Первая космическая экспедиция	1	Огородников К. Ф.— Ученый-пропагандист	3
Пикельнер С. Б.— Спиральные ветви галактик и их магнитное поле	4	Ченакал В. Л.— Астрономия в поэзии М. В. Ломоносова	5
Пузырев И. М.— Опыт международной космической радиосвязи	4	Шишаков В. А.— Павел Карлович Штернберг	2
Рускол Е. Л.— История системы Земля — Луна	5		
		СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
		Бисноватый-Коган Г. С.— Гравитационная конференция в Тбилиси	5

№№	№№
Воронцов-Вельяминов Б. А.— Проверка космологических теорий наблюдениями	Дагаев М. М.— Первые лауреаты премий Всесоюзного астрономо-геодезического общества 2
Горючев А. В.— Форум советских вулканологов 1	Зоткин И. Т.— Что надо знать о болидах 3
Ерпылев Н. П.— Геодезическая сеть и искусственные спутники Земли 4	Майстров Л. Е.— Старинный прибор для определения продолжительности дня и ночи 4
Изучение Черноморской впадины 5	Марленский А. Д.— Видимость планет в 1966 году 6
Казютинский В. В.— Проблема бесконечности Вселенной в современной космологии 5	Мартыненко В. В.— Малая астрономия в Крыму 6
Коваль И. К.— Изучение планет типа Земли	Отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества обмениваются опытом 1
Мартынов Д. Я.— XII съезд Международного астрономического союза 6	Порцевский К. А.— В звездных залах страны 2
Немчинов С. В.— Динамика крупномасштабных атмосферных движений 6	Салова Г. И.— «Загадки Вселенной» 2 и 3
Петрушевский Б. А.— По Индии 3	Шемьякин М. М.— Телескоп можно построить дома 1
Самые высокие облака 5	Шемьякин М. М.— Совещание строителей самодельных телескопов 2
Скуридин Г. А., Плетнев В. Д. — На КОСПАРе в Аргентине 6	Шемьякин М. М.— В помощь любителям, строящим самодельные телескопы 4 и 5
Хвостиков И. А.— Ученые обсуждают вопросы общей циркуляции атмосферы 2	ПОГОДА НАШЕЙ СТРАНЫ
Федорова Н. И.— Проблемы верхней атмосферы 4	Стрижевский Л. Н.— Лето 3
Царевский Г. С.— Переменные звезды и звездная эволюция 2	Стрижевский Л. Н.— Осень 5
ПО ОБСЕРВАТОРИЯМ И ИНСТИТУТАМ	Стрижевский Л. Н.— Зима 6
Зоткин И. Т.— Метеоритные сети 6	Шишков В. Г.— Весна 2
Мартынов Д. Я.— Обсерватории Австралии 3	ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ
Салуквадзе Г. Н.— Обсерватория на горе Канобили 1	Базыкин В. В.— Мы в «Космосе» 5
ЭКСПЕДИЦИИ	ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ
Барсуков О. М.— Эксперимент в магнитно-сопряженных точках 4	Зайцев В. А.— О статье С. Гамбурга «Как возникла Солнечная система!» 3
Воробьев Г. Г.— Чехословацкое тектитное поле 6	Русанов В. М.— Проект всемирного календаря небезупречен 2
Зверев М. С.— Пулковские астрометристы в Чили 1	КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ
Мартыненко В. В.— В «звездном» дозоре 3	Гуревич Я. Б.— Советские почтовые марки 1964 г. 2
МЫСЛИ ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ	Гуревич Я. Б.— Космос на марках Чехословакии 6
Дагаев М. М.— Назревшие вопросы общего астрономического образования 3	Орлов В. А.— Что такое космическая филателия 3
Енькова О. Ф.— Вопросы мироздания — основное содержание школьной астрономии 6	Орлов В. А.— Марки рассказывают об исследовании Луны 4
Ильевский И. Д.— О преподавании школьного курса астрономии 6	Сашенков Е. П.— Марки стран западного полушария 5
Клевенский Ю. Н.— Совершенствовать структуру и содержание школьного курса	КНИГИ О ЗЕМЛЕ и НЕБЕ
Левитан Е. П.— Какой должна быть школьная астрономия? 1	Болгов И. Ф., Иванов Н. И.— Библиографические указатели по геодезии 5
ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ	Воронцов-Вельяминов Б. А.— Понятно о трудном 1
Бронштэн В. А.— Спутники Марса — какие они! 2	Две книги о В. Я. Струве 4
Гиммельфарб Б. Н.— Где границы солнечной системы! 4	Ильин А. В.— Тонула ли Атлантида? 3
Радзиевский В. В.— Энергию гравитации на службу человеку! 3	Куликовский П. Г.— Интересные страницы истории астрономии 4
Станюкович К. П., Комаров В. Н.— Новый взгляд на Вселенную 1	Низковский В. К.— Новые горизонты науки
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	Радзиевский В. В., Балака Д. А.— И. Н. Ульянов — астроном и метеоролог 5
Бронштэн В. А.— Любительская астрономия в СССР 1	Самсоненко Л. В.— Издательство «Мир» в 1966 г. 6
	Шишаков В. А.— Вопросы астрономии в журнале «Физика в школе» 5
	УДИВИТЕЛЬНОЕ РЯДОМ
	Озерной Л. М.— «Разгадка» сил всемирного тяготения 1



По горизонтали: 3. Вулкан на острове Лусон. 6. Прибор для записи температуры, давления и влажности воздуха. 11. Отрезок прямой, соединяющий две точки окружности. 12. Яркая

звезда Южного неба. 15. Верхняя часть мачты. 16. Точка кажущегося пересечения метеорных путей. 17. Составитель первого звездного каталога. 20. Падающая звезда. 21. Мера длины.

22. Маршрут в один конец. 23. Единица измерения звездных расстояний. 24. Выпукло-вогнутая линза. 25. Воспринимаемое слухом колебательное движение частиц упругой среды. 30. Определенный момент в периодическом астрономическом явлении. 32. Общее название для частиц, входящих в состав атомного ядра. 33. Простой белок, состоящий из аминокислот. 34. Девятый месяц мусульманского лунного календаря. 35. Небольшой электрический генератор. 36. Спутник Урана. 37. Старое название планеты Венеры. 38. Предшественник журнала «Земля и Вселенная». 41. Спутник Марса.

По вертикали: 1. Изверженная горная порода. 2. Советский астроном. 4. Раздел оптики. 5. Граница света и тени на поверхности планеты. 7. Штат США. 8. Единица измерения углов и дуг. 9. Астрономический прибор. 10. Точка лунной орбиты, наиболее удаленная от Земли. 13. Телескоп. 14. Американский космонавт. 18. Созвездие, видимое круглый год. 19. Древнегреческий астроном и математик. 26. Основатель кибернетики. 27. Астрономический инструмент. 28. Прибор для ориентирования. 29. Уменьшенное воспроизведение какого-либо инструмента. 30. Числовая функция, определенная на некотором линейном пространстве. 31. Часть ствола шахты. 39. Советский космический корабль. 40. Созвездие северного полушария.

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. главного 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. ИЗOTOB, кандидат физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, кандидат физ.-мат. наук М. Г. БРОШКИН, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. 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. АВ 7-78-14, АВ 7-67-09

Т-15060

Подписано к печати 23 XI 1965 г.

Тираж 24 000 экз.

Заказ № 2944

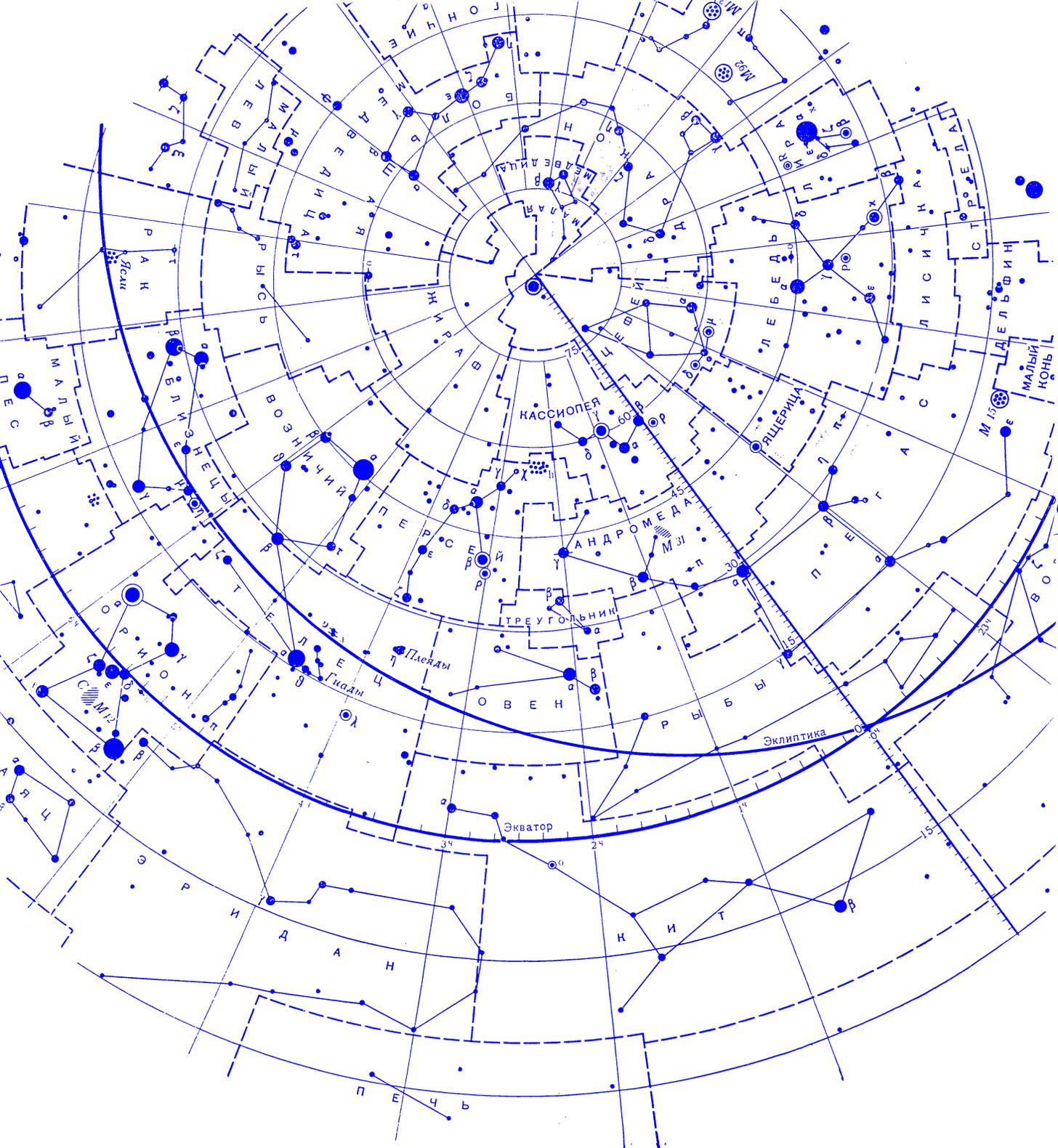
Бум. л. 3

Формат бумаги 84 × 108^{1/16}.

Печ. л. 10,8 + 2 вклейки.

Уч.-изд. л. 12,2

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



Декабрь 1965г.

Видимость планет

Меркурий виден во второй половине месяца по утрам

Венера хорошо видна вечером [созвездие Козерога]

Юпитер хорошо виден почти всю ночь [созвездие Тельца]

Сатурн виден вечером [созвездие Водолея; 18 декабря координаты планеты: прямое восхождение $22^{\text{h}}54^{\text{m}}7$, склонение $-9^{\circ}05'$]

Уран виден в бинокль во второй половине ночи [созвездие Льва; 18 декабря координаты планеты: прямое восхождение $11^{\text{h}}22^{\text{m}}$, склонение $+4^{\circ}50'$].



Цена 30 коп.

Индекс
70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»