

# ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

4

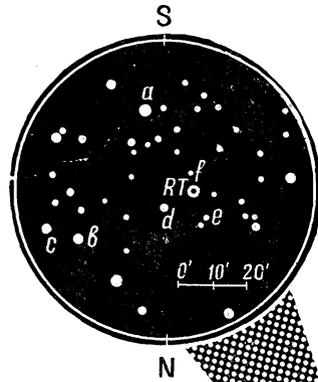
1968

АСТРОНОМИЯ

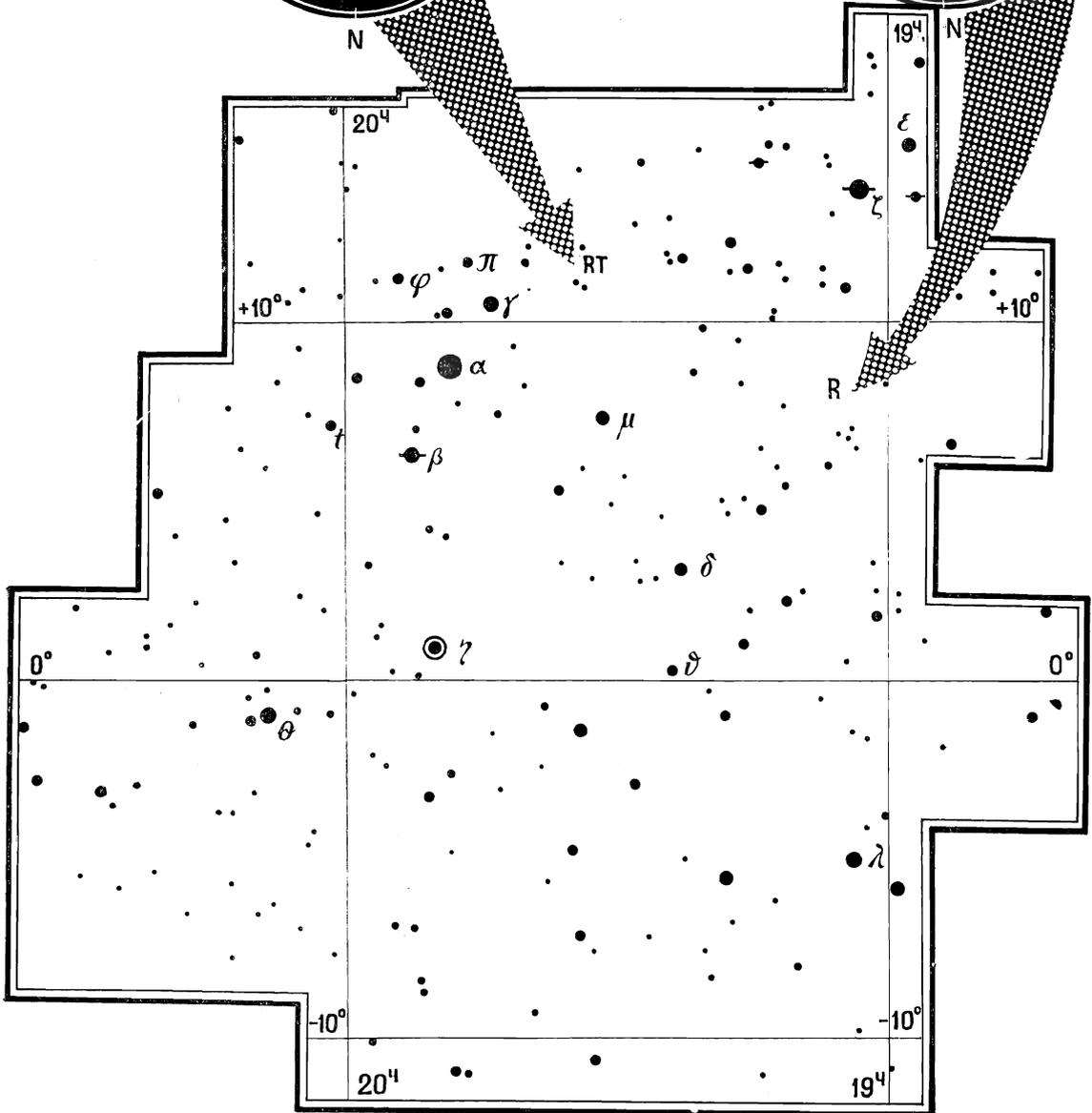
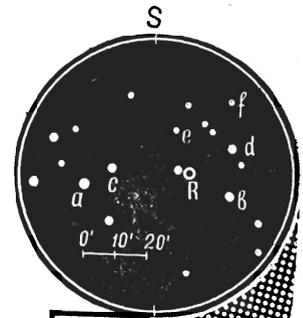
ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

$a = 6,2^m$   
 $b = 7,8$   
 $c = 8,2$   
 $d = 9,0$   
 $e = 9,9$   
 $f = 10,4$



$a = 7,8^m$   
 $b = 8,3$   
 $c = 8,5$   
 $d = 8,9$   
 $e = 9,5$   
 $f = 10,9$



Созвездие Орла и интересные объекты в нем. Указаны звезды сравнения и карты окрестностей переменных звезд R и RT Орла

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный журнал  
Академии наук СССР

Основан в 1965 году

Выходит 6 раз в год



ИЮЛЬ — АВГУСТ

# 4 1968

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
Москва

## В НОМЕРЕ

- В. А. Амбарцумян — Нестационарные объекты во Вселенной и их значение для космогонии . . . . . 2  
В. С. Верещетин — Космос и право . . . . . 12  
Г. Н. Петрова — Магнитные исследования и их роль в изучении строения Земли . . . . . 15  
В. И. Слыш — Спорадическое радиоизлучение Солнца . . . . . 19  
В. Г. Тейфель — Новые исследования Красного Пятна на Юпитере . . . . . 28  
П. А. Боровиков, В. П. Бровко, П. А. Каплин — Человек проникает в морские глубины . . . . . 33  
Б. А. Дубинский — Старая ли наука астрономия? . . . . . 46  
П. В. Щеглов — Исследование астроклимата и выбор места установки крупных телескопов . . . . . 49

## ЛЮДИ НАУКИ

- Н. П. Барабашов, К. Н. Кузьменко, В. Х. Плужников — Николай Николаевич Евдокимов (к 100-летию со дня рождения) . . . . . 54

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- С. Д. Виноградов, О. Г. Шамина — Гармская сейсмологическая сессия . . . . . 58

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- Н. Н. Михельсон — Любителям астрономии — о телескопах. I . . . . . 65  
М. М. Шемякин — Совещаются любители, строящие астрономические приборы . . . . . 68  
В. А. Бронштэн — Новые лауреаты поощрительных премий ВАГО . . . . . 73  
А. Д. Марленский, В. Ф. Заболотный — Астрономические наблюдения в сентябре — октябре 1968 года . . . . . 78

## ФАНТАСТИКА

- А. Кларк — Пятый Юпитера . . . . . 83

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- Е. К. Мархинин — «Вулканы и человек» . . . . . 92

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Снова неожиданность — N-галактики [10]; Магнитное поле Земли меняет полярность [18]; Каким был уровень Мирового океана в третичный период? [18]; Радиоактивный изотоп алюминия-26 в морских осадках [18]; Подводные дома [42]; Новая сейсмологическая обсерватория [43]; Изменяется ли климат? [43]; Загадка антарктических оазисов [44]; Новый остров в Тихом океане [45]; Еще один действующий вулкан в Антарктиде [45]; Движение полюсов Земли [45]; Самые древние льды [45]; Увеличение силы тяжести на Южном полюсе [45]; Измерение турбулентности в свободной атмосфере [45]; Измерение диаметров звезд [53]; Астрономы обсуждают проблемы астрономического образования [64]; Юношеская секция Горьковского отделения ВАГО [81]; Еще раз о Маленьком астрономе [93]; Знаки малых планет [95].

На 1-й стр. о блошки: Галактика М 82, в которой 1,5 млрд. лет назад произошел колоссальный взрыв. Сверху и снизу видны газовые облака, выброшенные из ядра во время взрыва и удаляющиеся от ядра со скоростью более 1 000 км/сек (к статье В. А. Амбарцумяна).

# НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ОБЪЕКТЫ ВО ВСЕЛЕННОЙ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ КОСМОГОНИИ

В. А. АМБАРЦУМЯН  
академик

В 1969 г. в издательстве «Наука» (Главная редакция физико-математической литературы) выйдет книга «Проблемы современной космогонии», написанная коллективом авторов: В. А. Амбарцумяном, Л. В. Мирзояном, Г. С. Саакяном, С. К. Всехсвятским, И. Д. Караченцевым и В. В. Казютинским.

Ниже мы публикуем одну из глав этой книги.

В развитии современной астрономии есть одна характерная особенность, привлекающая все большее внимание. Если до конца XIX в. астрономия имела дело, главным образом, с объектами, изменения которых во времени столь незначительны, что не обнаруживались тогдашними наблюдательными средствами, то современная астрономия открыла много типов космических тел, в которых происходят относительно быстрые изменения, иногда носящие катастрофический характер.

## ПЕРВЫЕ ОТКРЫТИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Какие типы космических объектов изучались астрономами в конце XIX в.?

Прежде всего, планеты солнечной системы. Наблюдения указывали на происходящие в их атмосферах изменения. Но эти временные, преходящие изменения в отдельных местах не рассматривались как необратимые, так как они, как правило, не меняли состояния атмосферы в целом.

Далее объектом тщательных исследований был мир «неподвижных» звезд, само название которых связано с тем, что изменения их положений в течение времени наблюдений являются небольшими.

В конце XIX столетия уже обращали внимание на физические изменения в состоянии звезд. Производились многочисленные наблюдения блеска звезд, в том числе переменных, начались исследования изменений в их спектрах. Однако главное внимание уделялось периодическим переменным, таким, как цефеиды и звезды типа Миры Кита, у которых каждый период заканчивается возвращением приблизительно к первоначальному состоянию. Но из периодического характера изменений еще нельзя судить о направлении процесса развития. Тогда считалось, что даже неправильная переменная звезда с течением времени должна сколь угодно близко вернуться к любому уже наблюдавшемуся ее состоянию. Значение происходящих у звезд изменений оставалось совершенно не ясным для общей эволюции звезды.

Единственно известными тогда объектами, нестационарными в современном

смысле слова (т. е. подверженными таким изменениям, которые сильно преобразуют состояние объекта, исключая возможность его возврата к прежним состояниям) были коротко-периодические кометы в солнечной системе и новые звезды в Галактике. Что касается еще более глубоких изменений крупного масштаба, то, пожалуй, единственным, но имеющим фундаментальное значение открытием, было обнаружение дерптским астрономом Гартвигом в 1885 г. вспышки Сверхновой вблизи ядра туманности Андромеды. Конечно, в то время еще никто не думал, что сверхновые звезды — особая категория мощных взрывных явлений, происходящих в звездных системах. (С тех пор в Местной системе галактик, т. е. на относительно близких расстояниях от нас, не было обнаружено ни одной другой сверхновой, поэтому наблюдения Гартвига продолжают сохранять и сейчас огромное значение.)

«Спокойная» картина медленно меняющегося мира, в котором состояния всех объектов почти стационарны, полностью гармонизировала со стройными механистическими представлениями о Вселенной, развитыми на основе небесной механики и только что зародившейся астрофизики, изучавшей, главным образом, равновесное тепловое излучение звезд.

## НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ОБЪЕКТЫ В ГАЛАКТИКЕ

В XX в. накопление наблюдательных данных о звездах и звездных системах происходило все возрастающими темпами. Уже в первой четверти столетия успехи астрономии значительно превзошли достижения предыдущего века. Последующие десятилетия привели к дальнейшему быстрому росту темпов получаемой информации. Это обстоятельство, наряду с развитием теоретической астрофизики, послужило толчком для развертывания более систематических и глубоких исследований по выявлению нестационарных состояний и процессов, в частности, и среди тех, которые на первый взгляд кажутся совершенно стационарными.

Начало XX в. ознаменовалось открытием вспышки новой звезды в Персее. Наблюдения последствий этой вспышки в значительной мере содействовали правильному пони-

манию явления новых звезд. Было установлено, что как при этой вспышке, так и при вспышках других звезд возникали небольшие расширяющиеся газовые туманности: их вещество было выброшено из звезд в результате взрывов.

Развитие теоретической астрофизики позволило количественно оценить масштаб не только звездных взрывов, но и многих других явлений, прежде считавшихся стационарными, которые, как оказалось, ведут к глубоким необратимым изменениям в состоянии звезд. В качестве примера рассмотрим звезды типа Вольфа — Райе. Спектральный анализ показал, что из атмосфер этих звезд происходит непрерывное истечение вещества. Изменение интенсивности линий позволило рассчитать количество вещества, выбрасываемого одной звездой Вольфа — Райе за год,  $10^{-5}$ — $10^{-6}$  масс Солнца. Это означает, что уже за несколько десятков тысяч лет, т. е. за короткий в космическом масштабе промежуток времени, может произойти существенная убыль массы звезды Вольфа — Райе, что ведет к изменению ее физического состояния, т. е. к переходу звезды из одного состояния в другое, резко отличающееся от первоначального. С другой стороны, наблюдения показали, что в течение десятилетий не происходит заметных изменений в характере спектра звезд. Таким образом, сам факт относительного постоянства спектра этих звезд, а следовательно, и процесса истечения вещества из их атмосфер приводит к выводу, что за короткое (в космических масштабах) время происходит резкое изменение состояния звезды. Любопытный случай, когда за эмпирической констатацией неизменности наблюдаемых характеристик объекта скрываются грандиозные и довольно быстрые изменения в его состоянии!

Следует отметить, что в первой трети XX в. вопросы происхождения и развития небесных тел в большинстве случаев рассматривались на основе умозрительных рассуждений, причем огромное количество появившихся тогда наблюдательных данных почти не использовалось или прямо игнорировалось. В соответствии с традицией, восходящей к космогоническим гипотезам XVIII — XIX столетий, считалось, что все небесные тела возникли из некогда существовавшей протяженной туманности. В нашей Галактике мы сейчас не наблюдаем очень



**ПЛАНЕТАРНАЯ ТУМАННОСТЬ** в созвездии Лиры. Планетарные туманности — нестационарные объекты: наблюдения свидетельствуют об их расширении

больших масс диффузной материи, и подавляющая часть ее вещества сосредоточена в звездах. Этот факт пытались объяснить тем, что процесс образования звезд Галактики завершился в какую-то отдаленную эпоху в прошлом, а сейчас Галактика не переживает сколько-нибудь быстрого, доступного наблюдениям, развития.

Очевидно, однако, что, высказывая те или иные суждения об изучаемом объекте и его эволюции, мы должны исходить не из априорных допущений, а из анализа свойств данного объекта, выведенных на основе обобщения наблюдательных данных. Такой подход опирается на известный диалектико-материалистический принцип: каждому уровню материального мира соответствуют свои собственные, отличные от других структурные и эволюционные закономерности. Исходя из этого, в 30-е годы в Ленинградском университете впервые начались иссле-

дования, которые привели к формулировке новых представлений о темпах и путях развития многих типов звезд и звездных систем.

Методами теоретической астрофизики было показано, что планетарные туманности не могут быть стационарными объектами. Почти одновременно было открыто их расширение. В этом случае, так же как и в случае новых звезд, мы имеем дело с выбросом звездой газовых масс, превратившихся в туманность. Анализ наблюдательных данных о стационарности или нестационарности звезд и звездных групп, входящих в Галактику, привел к выводу, что наша Галактика (в противоположность общепринятым ранее представлениям) — система, в которой происходят бурные и подчас весьма быстрые изменения.

Применение принципов звездной динамики к открытым звездным скоплениям позволило установить, что если даже такие

скопления и находятся в «стационарном» состоянии, то вследствие взаимодействия звезд они должны как бы «испаряться». Отдельные звезды, подобно молекулам на поверхности жидкости, с течением времени уходят из скопления. В результате многие скопления должны будут исчезнуть всего лишь через несколько сотен миллионов лет, а некоторые из них — даже через немногие десятки миллионов лет.

Такому же анализу была подвергнута совокупность визуально-двойных звезд Галактики. Выяснилось, что процессы распада звездных пар, происходящие вследствие их встреч со звездами окружающего поля, доминируют над процессами возникновения новых пар при случайных сближениях звезд.

Количество одиночных звезд в общем звездном поле Галактики постоянно растет за счет распада скоплений и визуально-двойных звезд, причем этот процесс идет только в одном направлении. Таким образом, **распад и рассеяние** (в полном соответствии со вторым началом термодинамики) характеризуют **общую направленность** процессов в нашей Галактике и, как оказалось впоследствии, также в других галактиках.

Было сформулировано понятие «короткой шкалы» возраста Галактики и образующих ее звезд. Согласно «долгой шкале», принятой в начале 30-х годов, предполагалось, что возраст звезд Галактики составляет  $10^{12}$ — $10^{13}$  лет. Но открытие неизбежного распада звездных групп и скоплений за сравнительно короткие сроки свидетельствовало, что Галактика в ее современном состоянии не может иметь возраст, превосходящий (по порядку величины)  $10^9$ — $10^{10}$  лет.

В 30—40-е годы были получены новые важные данные о направленности процессов в звездных системах и о возрасте звезд в Галактике. Например, оказалось, что сверхновые — особый класс звезд, вспышки которых по своей мощности значительно превосходят вспышки обыкновенных новых. Энергия, освобождаемая при взрыве сверхновой, составляет  $10^{50}$  эрг, что сравнимо с тепловой энергией, содержащейся в газовой звезде. Совершенно очевидно, что взрыв сверхновой представляет собой процесс перехода звезды из одного состояния в другое, качественно от него отличное. Вместе с тем, «редкость» сверхновых свидетельствует, что вспыхивать, как сверхновые, могут не все звезды, а только некоторые их типы.

Как теперь известно, в результате взрыва сверхновой возникают гигантские туманности, излучающие в оптическом, а иногда и в радиодиапазонах.

Факты доказывают, следовательно, что возникновение туманностей из звезд — довольно распространенное явление. Но мы не знаем пока ни одного случая, когда из диффузной материи возникал бы плотный объект, хотя это и допускалось в старых космогонических гипотезах, а также во многих распространенных до сих пор космогонических теориях.

Бюраканские астрономы в конце 40-х годов открыли новый тип звездных систем — звездные ассоциации: недавно возникшие группы, распадающиеся вскоре после своего рождения. Эти системы в большинстве своем оказались нестационарными в полном смысле слова, поскольку входящие в них звезды быстро удаляются друг от друга. Следовательно, нестационарной оказалась и наша Галактика, так как процесс возникновения новых звезд (в виде звездных ассоциаций) продолжается в ней и в современную эпоху.

Открытие звездных ассоциаций пролило новый свет и на давно известные данные о кратных звездах типа Трапеции Ориона. Внешне как будто ничто не указывало на неустойчивость систем типа Трапеции. На самом деле они распадаются в ничтожно короткие с космогонической точки зрения сроки (порядка  $10^6$  лет и меньше). Это открытие явилось сильным аргументом в пользу представления о важнейшей части процесса космической эволюции — рассеянии вещества из первоначальных малых объемов. В противоположность этому, наблюдения по-прежнему не давали никаких указаний на возможность перехода из диффузного состояния в более плотное.

## **НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ДРУГИХ ГАЛАКТИКАХ. КОСМОГОНИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЯДЕР ГАЛАКТИК**

В 30-е годы еще не было достаточного количества данных о галактиках, а классификация галактик Хаббла фиксировала только существование некоторых правильных форм галактик, которые свидетельствовали об известной степени их стационарно-



**ТЕСНАЯ ГРУППА ГАЛАКТИК — Квинтет Стефана. Большинство галактик, как показали наблюдения, входят в группы и скопления**

сти. Однако в послевоенный период введение в строй крупных телескопов системы Шмидта позволило значительно расширить наши знания о звездных системах. Было опровергнуто представление Хаббла о равномерном распределении галактик в пространстве. Оказалось, что большинство их входит в группы и скопления, существование же общего поля галактик, заполняющих пространство между скоплениями и группами, вообще подвергнуто сомнению.

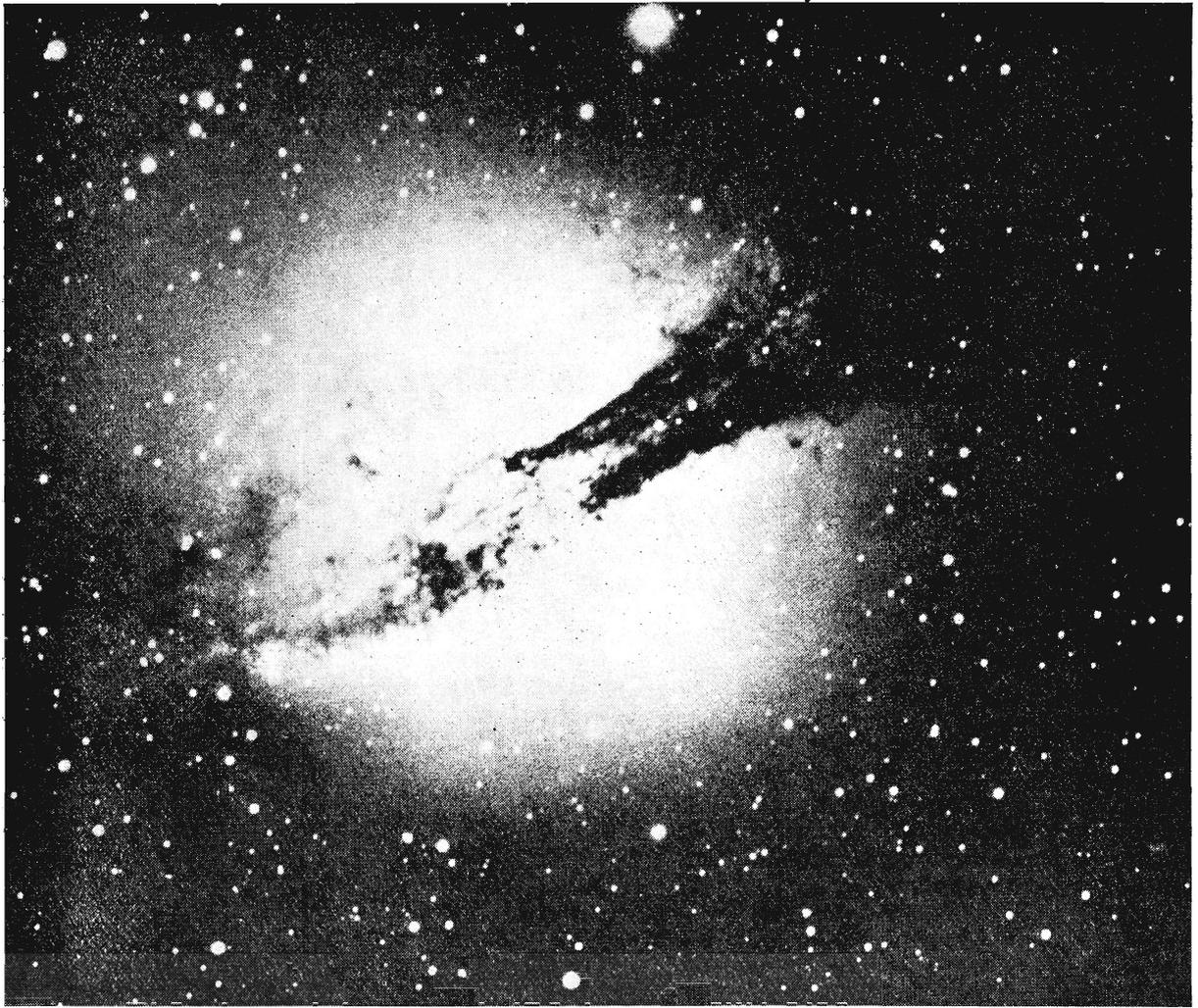
В 50-е годы среди галактик, их групп и скоплений было открыто значительное количество явно нестационарных систем. У многих групп и скоплений галактик обнаружили большую дисперсию скоростей, что свидетельствует о неустойчивости соответствующих групп. Это явление объяснялось следующим образом: при возникновении скоплений входящие в них галактики получают столь большие скорости, что силы взаимного притяжения недостаточны, чтобы сохранить эти скопления как системы. Более того, оказалось, что среди кратных галактик процент неустойчивых систем типа Тrapeции во много раз выше, чем среди кратных звезд. Иными словами, вместо отдельных проявлений нестационарности мы наблюдаем повсеместные процессы распада скоплений и групп галактик.

В чем причина этого различия между

звездными группами и группами и скоплениями галактик?

Звездные ассоциации распадаются за время всего лишь порядка  $10^7$  лет, тогда как жизнь звезды обычно продолжается миллиарды лет. Поэтому, если даже звездообразование идет очень интенсивно, звезды, которые вышли из групп в общее звездное поле, составляют подавляющее большинство. Иное положение в мире галактик. Время распада скоплений и кратных систем измеряется здесь сотнями миллионов и миллиардами лет. Но так как и возраст галактик измеряется ненамного большими сроками, то значительная часть галактик еще не успела уйти из неустойчивых скоплений и групп.

Новые возможности изучения нестационарности в галактиках открыла радиоастрономия. Многие объекты, открытые радиоастрономическими методами, — радиотуманности и радиогалактики — являются, по существу, нестационарными и могут излучать в радиодиапазоне лишь в течение коротких промежутков времени. Рассмотрим, например, два таких интенсивных радиоисточника, как Кассиопея А и Крабовидная туманность, которые возникли в результате вспышек сверхновых. Возраст каждого из этих объектов не превосходит 1000 лет. Что касается радиогалактик, то хотя длительность их радиоизлучения измеряется миллионами



**ЭЛЛИПТИЧЕСКАЯ РАДИОГАЛАКТИКА** в созвездии Центавра. Радиогалактики, по существу,— нестационарные объекты. Они могут излучать в радиодиапазоне лишь в течение коротких промежутков времени. Правда, эти промежутки времени измеряются миллионами лет, но этот срок мал по сравнению с возрастом галактик

лет, все же этот срок мал по сравнению с возрастом галактик. Иными словами, радиогалактики — краткая, переходящая фаза эволюции галактик.

Изучение радиогалактик привело к обоснованию идеи о гигантских взрывных процессах, происходящих в ядрах галактик. Дело в том, что обычная галактика становится радиогалактикой, когда в ней возни-

кают большие массы радиоизлучающего рассеянного вещества. Откуда могли взяться эти массы? Во внешних частях галактик, как показал анализ проблемы, соответствующих механизмов нет. С другой стороны, природа внутренних областей галактик, в частности их ядер, была неизвестна. Естественно допустить, что именно из ядра могут выбрасываться массы, которые затем превращают-

ся в радиоизлучающие облака. Эти облака довольно быстро удаляются от ядер; отсюда следовало, что весь процесс носит взрывной характер. Если тот период жизни галактики, когда она испускает интенсивное радиоизлучение, назвать **радиовспышкой** галактики, то можно утверждать, что радиовспышка галактики — результат гигантского взрыва в ее ядре. Сначала представление о взрывах в ядрах галактик решительно отвергали те астрономы, которые продолжали считать, что космическая эволюция связана с концентрацией диффузного вещества. Ими была предложена и приобрела широкую популярность ни на чем не основанная гипотеза о том, что причиной радиовспышек являются столкновения галактик. Понадобилось почти десять лет, прежде чем была оставлена эта необоснованная и неслодотворная гипотеза. Однако даже для сторонников представления о взрывах в ядрах галактик оказались неожиданными такие открытия, как взрыв, происшедший всего 1,5 миллиона лет назад в ядре галактики М 82, а также движения вещества в околоядерных областях сейфертовских галактик. Тем самым уже в начале 60-х годов было обосновано введенное несколько ранее понятие **космогонической активности ядер галактик**.

При исследовании галактик особенно резко проявились два различных подхода к изучению мощных нестационарных процессов во Вселенной.

Сторонники одного подхода стремятся построить модель явления, исходя лишь из уже известных законов механики и физики. При этом они почему-то считают, что явления в мире галактик ничем качественно не отличаются от явлений в системах меньшего масштаба, забывая, что природа гораздо богаче имеющихся в данный момент представлений о ней. Сторонники противоположного подхода строят модели и теории астрофизических явлений на основе фактических данных, не только не закрывая глаза на трудности, которые возникают при попытке объяснить это явление на основе старых представлений, а, наоборот, сосредоточивая внимание на этих трудностях. Оценивая эти трудности, они приходят к выводу о возможности существования качественно новых явлений и о необходимости изменить привычные взгляды.

20 лет назад все астрономы считали, что ядра галактик состоят из обычных звезд.

Поверхностное исследование оптического излучения ядер, действительно, может легко привести к такому заключению. Однако на основе наблюдений в оптическом и радиодиапазонах постепенно накопились фактические данные, заставившие принять гипотезу о наличии в ядрах также тел не звездной природы, в которых иногда происходят взрывы. Эта гипотеза получила сейчас настолько веские подтверждения, что стала общепринятой. Тем самым была наглядно продемонстрирована плодотворность второго подхода.

Конечно, сторонникам первого из указанных подходов трудно было сразу понять, почему именно второй подход, основанный на последовательном обобщении наблюдательных данных, оказался таким плодотворным. Согласившись с существованием взрывов в ядрах галактик, они стали объяснять их не как результат освобождения энергии, заключенной в ядре (с точки зрения нового, не известного до сих пор свойства вещества), а как следствие гравитационного коллапса диффузного вещества. Таким образом, для объяснения взрыва и рассеяния вещества была выдвинута основанная на традиционных идеях гипотеза о катастрофически быстрой его конденсации!

Гипотеза коллапса оказалась, конечно, совершенно бесполезной, не говоря уже о многих логических трудностях и противоречиях, возникающих при попытке построить модель такого явления. Между тем наблюдательные данные прямо указывают на такое свойство вещества ядра, находящегося в плотном или сверхплотном состоянии, как способность нести в себе большие запасы энергии, сохраняя их до очередного взрыва. Но можно ли это свойство ядра объяснить, исходя из известных законов теоретической физики? Хотя мы не знаем, как именно это сделать, возможность построения модели ядра галактики с наблюдаемыми свойствами на основе известных нам законов теоретической физики полностью не исключается. Если же окажется, что этого сделать нельзя, будет неизбежен вывод, что законы теоретической физики здесь не применимы. Такое предположение кажется не только очень вероятным, но вместе с тем и неудивительным, так как принятая сейчас форма основных законов физики базируется на изучении свойства вещества, хотя и в широком, но ограниченном диапазоне физиче-

ских условий. Но в ядрах галактик или в центре квазизвездных радиоисточников эти законы могут оказаться неприменимыми и должны будут подвергнуться дальнейшим уточнениям и обобщению, что лишь усилит их значение и расширит область их применимости.

Остановимся на этом вопросе подробнее.

Законы физики представляют собой, по существу, **обобщение** определенной совокупности фактических данных, выраженное в возможно более простой и краткой форме. Однако нельзя думать, что система законов теоретической физики, полученная на каком-то определенном этапе развития науки, является абсолютно точной, законченной и не подлежащей дальнейшему обобщению. Эти законы лишь неполно, приближенно отражают объективную реальность и не только могут, но и должны подвергаться уточнениям и обобщению. (Уточнение и обобщение законов природы — это обычно единый процесс. Например, переход от классической механики к специальной теории относительности привел и к уточнению классической механики и к обобщению ее на случай больших скоростей.)

Такой взгляд исходит из анализа развития современного естествознания, которое открывает с течением времени все большее многообразие новых явлений, качественно отличающихся от ранее известных. Для объяснения фактических данных, не укладывающихся в рамки старых представлений, мы уже не раз оказывались вынужденными обобщать физические законы и теории.

Именно такая потребность возникает и при изучении нестационарных процессов в ядрах галактик и квазизвездных объектах. Никогда в прошлом физика и астрономия не изучали концентрации столь больших масс вещества в относительно малых объемах, например, порядка  $10^{10}$  солнечных масс (а иногда и более), сосредоточенных в объемах, во много раз меньших, чем объем какого-либо звездного скопления. Здесь уже речь идет о превращениях вещества, при которых плотность меняется в миллиарды раз, а напряженность гравитационного поля может достигать неслыханных величин. Нет и не может быть никакой гарантии, что известные нам законы физики соблюдаются и в этих условиях. Поэтому, совсем не удивительно, если окажется, что имеющиеся уже сейчас большие трудности теоретического

толкования ряда нестационарных процессов могут перерасти с течением времени в прямое противоречие с известными нам законами теоретической физики.

## НЕСТАЦИОНАРНОСТЬ — ЗАКОНОМЕРНАЯ ФАЗА КОСМОГОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Длительность космогонических процессов в большинстве случаев настолько велика по сравнению с периодом астрономических наблюдений, что непосредственно заметить изменений, вызванные этими процессами, как правило, невозможно. В жизни космических тел и их систем есть и такие этапы, когда в процессе развития возникают новые силы, коренным образом меняющие их состояние. Именно в таких случаях мы говорим, что объект находится в нестационарном состоянии. Быстрота происходящих при этом изменений создает возможность либо наблюдать эти изменения непосредственно (вспышки новых, сверхновых и т. д.), либо делать выводы о них на основе очень ясных косвенных данных (распад открытых звездных скоплений и звездных ассоциаций, взрывы в ядрах галактик).

Стоит отметить любопытный с точки зрения истории науки курьез: астрономы, которые не понимают роли нестационарных объектов в космической эволюции, обычно склонны закрывать глаза на трудности, связанные с их толкованием, считая эти объекты какими-то «уродами», выходящими за рамки общих закономерностей развития.

Известно, например, что в конце прошлого века была распространена гипотеза, согласно которой новые звезды рассматривались как результат исключительно редкого столкновения двух звезд, а вовсе не следствие, как мы знаем теперь, закономерного внутреннего развития звезды. Та же самая история повторилась с радиогалактиками, только, пожалуй, в еще более жалкой форме. Какое-то время радиогалактики считались столкнувшимися галактиками, хотя с самого начала было ясно, что статистические данные совершенно противоречат такому представлению. (Вопрос о приоритете этой ошибочной гипотезы вызвал даже споры: некоторые советские астрономы утверждали, что первенство в выдвигании гипо-

тезы столкновений принадлежит именно им, а не американским астрономам.)

Однако правильной оказалась противоположная точка зрения, исходящая из того, что нестационарные процессы представляют собой **закономерные фазы** космической эволюции. В каждый данный момент процент космических объектов, переживающих поворотную эпоху развития, обычно мал и, во всяком случае, гораздо меньше, чем процент объектов, находящихся в стационарном состоянии (например, число звезд в ассоциациях мало по сравнению с числом звезд в общем звездном поле Галактики). Нестационарные состояния обычно являются поворотным этапом в развитии объекта, связанным с рождением новых тел (например, звездные ассоциации) или с переходом объекта из одного класса в другой (например,

вспышки сверхновых, приводящие к превращению звезды в туманность).

Следовательно, подробное изучение нестационарных или переходных явлений открывает путь для более полного понимания эволюции космических объектов. До середины 30-х годов, когда были получены первые важные данные о нестационарных объектах, эволюционные идеи не играли в астрофизике существенной роли, хотя большинство астрофизиков прекрасно понимали, что они имеют дело с изменяющимися и развивающимися объектами. Сегодня вся астрофизика оказалась буквально пронизана идеей эволюции звезд, звездных скоплений и галактик. Это, несомненно, явилось результатом большого внимания к изучению нестационарных объектов во Вселенной.



## **СНОВА НЕОЖИДАННОСТЬ — N-ГАЛАКТИКИ**

Уже три года астрофизики пытаются разгадать природу удивительных объектов Вселенной — квазаров. И хотя за это время астрономами было открыто около 200 квазаров (причем больше чем для 100 из них получены спектры), накоплено много другой ценной информации как в оптическом, так и в радиодиапазонах, тайна их природы остается пока **не разгаданной**. И если сразу после открытия квазаров теории и гипотезы, объясняющие их (не укладывающиеся в обычные рамки) свойства, сыпались как из рога изобилия, то к сегодняшнему дню этот поток значительно ослаб. Штурм квазаров не удался. Астрофизикам волей-неволей пришлось перейти к осаде крепости. И нет никаких оснований предполагать,

что осада будет непродолжительной — природа тайн своих быстро не отдает.

Однако годы усилий не прошли даром. Астрофизикам все же удалось отвоевать некоторый плацдарм и нащупать направления, по которым можно двигаться дальше. И, пожалуй, одним из главных успехов всей операции с кодовым названием «квазары» было выявление некой общности между процессами, происходящими в квазарах, и процессами, наблюдаемыми в ядрах некоторых других внегалактических объектов. Например таких, как сейфертовские галактики. Сходство это оказалось настолько разительным, что советский астрофизик член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский высказал гипотезу о

том, что в ядрах сейфертовских галактик находится как бы «маленький» квазар — образование, обладающее свойствами квазаров, но с менее мощным излучением. Правда, «менее мощный» — не надо понимать в прямом смысле слова, ведь ядро сейфертовской галактики излучает в оптическом диапазоне около  $10^{43}$  эрг/сек (!). Квазары же излучают в сотни и тысячи раз больше. Ядра сейфертовских галактик оказались не единственными объектами Вселенной, похожими на квазары. Столь же удивительными свойствами, как выяснилось, обладают компактные голубые галактики, обнаруженные Ф. Цвикки и другими астрономами, а также открытые в 1958 г. Т. Меттьюсом, В. Морганом и М. Шмидтом N-галактики,

получившие свое название по первой букве латинского слова nucleus — ядро.

Обычные N-галактики — яркие компактные объекты с туманной красной оболочкой. В отличие от голубых компактных галактик Цвикки все N-галактики являются достаточно мощными радиоисточниками. К настоящему времени известно около 16 N-галактик (т. е. не намного больше, чем галактик Сейферта), причем три из них находятся в небогатых скоплениях галактик. Самая близкая из известных N-галактик — ЗС-120 удалена от нас на 100 *Mpc*, а самая далекая — ЗС-109 — примерно на 1000 *Mpc*.

В радиодиапазоне N-галактики почти ничем не отличаются от других внегалактических радиоисточников, обладая обычными для радиоисточников спектрами и мощностями излучения. Размеры и форма радиоизлучающих областей N-галактик примерно такие же, как у радиогалактик и квазаров; в радиодиапазоне почти все из известных N-галактик — двойные источники.

По абсолютной светимости в оптике N-галактики занимают промежуточное положение между ядрами сейфертовских галактик и квазарами. Действительно, в среднем абсолютная видимая звездная величина ядер сейфертовских галактик около  $-18^m,5$ , квазаров  $-25^m$ , а N-галактик  $-21^m$ , а мощность излучения соответственно  $5 \cdot 10^{42}$  эрг/сек,  $2 \cdot 10^{45}$  эрг/сек и  $5 \cdot 10^{43}$  эрг/сек.

Интересной особенностью N-галактик в оптическом диапазоне является их явно нетепловой спектр. У сейфертовских галактик излучение центральных областей также нетепловое, однако при удалении от ядра галактики все больший вклад в излучение начинают давать звезды — спектр становится тепловым. Вклад теплового излучения, т. е. излучения

звезд, в общем излучение N-галактики пренебрежимо мал как в центральных областях, так и (в отличие от сейфертовских галактик) на периферии. Такая особенность оптического излучения N-галактик ставит под сомнение присутствие в них звезд. Заметим, что вопрос о звездной компоненте в изучении квазаров остается пока открытым.

N-галактики удивили астрономов и еще одной особенностью. Американский астроном Дж. Оке обнаружил, что блеск N-галактики ЗС-371 изменился за два года на две звездные величины. Кроме того, наблюдались колебания блеска этой галактики в несколько десятых долей звездной величины за несколько дней. Проверка изменения яркости этой галактики по старым снимкам Гарвардской обсерватории подтвердила ее переменность. Характерное время изменения блеска оказалось очень большим — порядка 70 лет, т. е. почти в 10 раз больше, чем у квазара ЗС-273. Вскоре была открыта переменность блеска и других N-галактик. В радиодиапазоне установлена переменность пока лишь одной N-галактики — ЗС-120. Интересно, что радиопоток этой галактики изменяется на разных частотах почти так же, как у квазара ЗС-273. В ближайшие годы, без сомнения, будет открыта переменность в радиодиапазоне и других N-галактик.

Вопрос о природе переменности излучения радиоисточников, о взаимосвязи переменностей в разных диапазонах длин волн и о зависимости периода переменности от других характеристик источников пока не ясен. Но переменность квазаров и N-галактик свидетельствует, по-видимому, о глубоком физическом сходстве процессов, происходящих в этих объектах.

Недавно В. Саргент получил спектры нескольких N-галактик и

компактных голубых галактик Цвикки. Оказалось, что спектры N-галактик похожи на спектры квазаров, т. е. в них присутствуют линии тех же самых ионов. Линии излучения достаточно широкие (30—50 Å), но все же уже, чем у сейфертовских галактик.

Какие же выводы о природе N-галактик можно сделать, исходя из перечисленных выше фактов? Здесь возможны два принципиально разных ответа. Или N-галактики — один из подтипов обычных эллиптических галактик, в которых излучение звезд просто товет в более мощном нетепловом излучении центральных областей. Или N-галактики вообще не являются звездными системами, т. е. это не галактики в прямом смысле слова, а скорее, объекты типа квазаров. Имеющиеся на сегодняшний день наблюдательные данные не противоречат этим гипотезам, хотя в таком важном вопросе нужна особая осторожность в выводах. В частности, очень важно установить, есть ли в спектрах N-галактик линии H и K ионизованного кальция, характерные для звезд. Однако если новые наблюдения все же подтвердят предположение о незвездной природе N-галактик, то откроются новые возможности в исследовании природы квазаров. Действительно, тогда вполне оправдано предположение о том, что N-галактики являются просто «остатками» квазаров, т. е. квазарами, излучение которых уже сильно ослабло в оптике, но еще по-прежнему мощное в радиодиапазоне. Различие в скорости эволюции в оптическом и радиодиапазонах у квазара может быть легко объяснено хотя бы тем, что области радиоизлучения занимают гораздо больший объем, чем области, излучающие в оптике.

В. В. КОМБЕРГ

# КОСМОС И ПРАВО

## Международное соглашение о спасании космонавтов

**В. С. ВЕРЕЩЕТИН**

*Заместитель председателя Совета по международному  
сотрудничеству в области исследования  
и использования космического пространства  
при Академии наук СССР*

«Предположим, что космический корабль с человеком на борту, запущенный на орбиту из страны А, приземлился на территории страны Б. Кто он, этот человек,— герой или преступник? Следует ли его наказывать за то, что он неумышленно проник на территорию иностранного государства, и обращаться с ним как с агрессором, или же осыпать его почестями и заботами в той стране, в которую он попал столь необычным путем?».

Так формулировала свои вопросы относительно спасания космонавтов американская газета «Нью-Йорк таймс» еще до первых полетов человека в космос. Эти вопросы возникли в связи с тем, что, в отличие от морского и воздушного права, где издавна существуют нормы, обязывающие государство оказывать всемерную помощь морским и воздушным судам, терпящим бедствие, в космическом праве до недавнего времени таких правил не существовало. Следовательно, решение подобных вопросов оставалось на усмотрении государств, которые руководствовались лишь моральными соображениями, а не обязательными международными правилами.

Обязано ли государство, обнаружившее

на своей территории иностранный спутник или его составные части, возвратить их государству, запустившему этот спутник? Если да, то должно ли оно таким образом поступать с любым спутником, или только с некоторыми из них? Вот другая группа вопросов, по которым также требовалась специальная международная договоренность. Высказывавшиеся по этому поводу точки зрения были самыми противоположными, а порой и фантастическими. Например, некоторые западные авторы сравнивали искусственные спутники Земли с метеоритами, а поскольку метеориты становятся собственностью государства, на территорию которого они упали, то, рассуждали они, и спутник должен считаться собственностью того государства, где он приземлился, независимо от его действительной принадлежности.

С целью регулирования деятельности государств по спасанию космонавтов и для определения прав и обязанностей относительно возвращения объектов, запущенных в космическое пространство, 22 апреля 1968 г. одновременно в Москве, Вашингтоне и Лондоне было открыто для подписания специальное международное Соглаше-

**ние о спасании космонавтов, возвращении космонавтов и возвращении объектов, запущенных в космическое пространство.**

В этом документе мы находим ответы и на те вопросы, которые упоминались выше.

Соглашение обязывает государства принимать все возможные меры для спасания и оказания необходимой помощи экипажу корабля, приземлившегося на территории данного государства в результате аварии, бедствия, вынужденной или непреднамеренной посадки. Такой экипаж должен быть в безопасности и незамедлительно возвращен представителям властей, осуществивших запуск.

Что касается космических кораблей и спутников, именуемых в соглашении «космическими объектами», а также их составных частей, то их возвращение предусматривается лишь в том случае, если государство, осуществившее запуск, попросит об этом. Меры для спасания космических объектов принимаются также по просьбе государства или международной организации, которые произвели запуск.

А как быть, если попавший в аварию экипаж космического корабля оказался в открытом море или на территории, не принадлежащей никакому государству, например в Антарктиде? В подобных ситуациях потерпевший экипаж получит помощь от любого государства, которое в состоянии оказать ее.

Наконец, в будущем не исключена и такая ситуация, при которой работы по спасанию космонавтов необходимо будет проводить непосредственно в космосе, на Луне или других небесных телах. Сфера действия соглашения распространяется и на такие случаи, хотя об этом в тексте специально и не упоминается.

Взаимная помощь космонавтов различных государств предусмотрена в другом международном документе — **Договоре о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела.**

Правила, изложенные в соглашении, настолько просты и бесспорны, что трудно поверить, что для его заключения потребовалась длительная работа юристов и дипломатов многих стран, в течение пяти лет обсуждавших проекты этого соглашения в Организации Объединенных Наций. Совет-

ский Союз выступил с предложением о разработке такого соглашения еще в марте 1962 г., а в июне 1962 г. на обсуждение Юридического подкомитета Комитета ООН по космосу был внесен первый советский проект международного соглашения о спасании аварийно спустившихся космонавтов и космических кораблей.

Главным препятствием на пути принятия советского проекта на первом этапе оказалось нежелание Соединенных Штатов облекать правила о спасании в форму международного документа, имеющего, согласно международному праву, обязательную силу для государств. США предпочитали ограничиться резолюцией Генеральной Ассамблеи ООН, носящей рекомендательный характер. А после того как большинство стран на Генеральной Ассамблее ООН поддержали советскую позицию о заключении специального соглашения, США под различными предлогами затягивали его разработку и нагромождали новые искусственные препятствия.

Длительное время в Юридическом подкомитете Комитета ООН по космосу обсуждался вопрос о том, обязано ли государство возвращать любой иностранный спутник, обнаруженный на его территории, если его об этом просит государство, осуществившее запуск. Предположим, что обнаруженный спутник был предназначен для проведения военных операций, враждебных данному государству. Соединенные Штаты упорно возражали против предложений Советского Союза распространить обязательство о возвращении только на те космические объекты, которые были запущены в целях мирного исследования и использования космического пространства, специально оговорив это в соглашении. Хотя прямого ответа на этот вопрос в соглашении так и не зафиксировано, на наш взгляд, не вызывает сомнения, что соглашение регулирует космическую деятельность государств в мирных целях и содержащиеся в нем обязательства распространяются лишь на объекты, запущенные в интересах мирного освоения космоса.

Трудным был путь и к решению проблемы, связанной с проведением спасательных операций на территории иностранного государства. Необходимость в этом может возникнуть в том случае, если государство, на территории которого аварийно призем-

лился экипаж космического корабля, не располагает достаточными техническими средствами для быстрой и эффективной организации самостоятельных работ по спасанию. В соглашении подчеркивается, что спасательные операции на территории иностранного государства должны проводиться под руководством и контролем этого государства. Таким образом, здесь находит свое отражение принцип суверенитета, в силу которого государство является полным хозяином в пределах своей территории.

При обсуждении проектов соглашения много внимания уделялось также статьям о распространении соглашения на деятельность международных организаций (например, Европейская организация по исследованию космического пространства); о порядке информирования мировой общественности; о возмещении расходов, связанных с обнаружением и возвращением космических объектов; о странах, на которые распространяется соглашение. По всем этим вопросам в ООН наряду с советским проектом обсуждались американский проект и совместный австралийско-канадский проект, каждый из которых неоднократно пересматривался и дополнялся.

Между тем жизнь диктовала незамедлительное решение этих вопросов. Развитие космических исследований, вовлечение новых государств в работу по овладению космосом, возрастающая сложность космических программ требовали скорейшего

регулирования деятельности государств в космическом пространстве и создания условий для широкого международного сотрудничества в этой области.

27 января 1967 г. был открыт для подписания Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела. В договоре отмечалось, в частности, что государства «рассматривают космонавтов как посланцев человечества в космос и оказывают им всемерную помощь в случае аварии, бедствия или вынужденной посадки...».

Заключение этого договора ускорило разработку проекта соглашения о спасании космонавтов, в котором конкретизировались и развивались соответствующие статьи договора. Проект, в основу которого легли советские предложения, был единодушно одобрен Генеральной Ассамблеей ООН 19 декабря 1967 г. Официальное подписание состоялось 22 апреля 1968 г.

Основной смысл соглашения о спасании космонавтов заключается в максимальном развитии международного сотрудничества по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях. Принятие этого документа продиктовано также гуманными соображениями — желанием государств, в случае необходимости, всеми доступными средствами помочь мужественным людям, посвятившим себя интересам развития мировой науки, интересам всего человечества.

# МАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ РОЛЬ В ИЗУЧЕНИИ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗЕМЛИ

Г. Н. ПЕТРОВА  
доктор физико-математических наук

**Результаты измерений намагниченности горных пород помогают составить более правильное представление о внутреннем строении Земли. Так, например, из факта смены полярности геомагнитного поля следует существование движений вещества в жидком ядре.**

Центральной задачей геофизики является изучение внутреннего строения Земли. Для того чтобы представить, из каких частей или, как говорят геофизики, из каких оболочек состоит Земля и каковы их особенности, используются данные о различных физических процессах, которые происходят внутри Земли или с Землей в целом. Прямо или косвенно такие процессы отражаются в явлениях на поверхности Земли, доступных нашему наблюдению. Одно из них — существование магнитного поля.

Магнитное поле наблюдается в любой точке на земной поверхности, причем изменение направления и величины этого поля от точки к точке происходит так же, как у намагниченного шара. Именно это обстоятельство послужило основой предположения, что магнитное поле принадлежит Земле в целом, Земле как космическому телу. Справедливость этого предположения впоследствии была доказана рядом фактов, из которых в настоящей статье стоит остановиться только на одном.

Существуют явления, происходящие в пространстве около Земли, на расстоянии нескольких сотен или тысяч километров от ее поверхности, которые управляются геомагнитным полем. К таким явлениям отно-

сятся полярные сияния. Первопричина полярных сияний — поступающий от Солнца поток заряженных частиц, движение которых с приближением к Земле регулируется ее магнитным полем. На больших расстояниях (сотни и тысячи километров от Земли) неоднородности магнитного поля, вызываемые намагниченностью пород земной коры, перестают ощущаться, и магнитное поле ведет себя, как поле однородно намагниченного шара или, что то же самое, поле диполя, помещенного в центр Земли, с осью, наклоненной к оси ее вращения под углом  $11^{\circ},5$ .

Вещество может обладать намагниченностью только при сравнительно низких температурах — не выше  $1500^{\circ}\text{C}$ . Материалы, входящие в состав земной коры, теряют свою намагниченность уже при  $700^{\circ}\text{C}$  (т. е. на глубине порядка 40 км). Подсчеты показывают, что слой горных пород толщиной 30—40 км у поверхности Земли способен создать магнитное поле, несоизмеримо меньшее, чем реально существующее. Таким образом, причиной геомагнитного поля могут быть только электрические токи.

Геомагнитное поле существует не менее 600 млн. лет; горные породы такого возраста имеют намагниченность, которая могла

быть получена ими только в период образования. Для того чтобы разность потенциалов, вызывающая электрический ток внутри Земли, не иссякла за столь длительный срок, необходим процесс, ее воссоздающий. Таким процессом может быть систематическое перемещение проводящего вещества. Внутри Земли вещество, физическое состояние которого (текучесть) не противоречит предположению о скорости движения, необходимой для создания магнитного поля, подобного существующему на поверхности Земли, находится только в земном ядре, в его внешней части, т. е. в слое от 1,5 до 3 тыс. км от центра Земли. Таким образом, факт существования магнитного поля на поверхности Земли — поля, характеризующегося определенной величиной и определенным (дипольным) распределением, привел к заключению о непрерывном движении вещества в земном ядре, т. е. позволил установить существенную деталь внутреннего строения Земли.

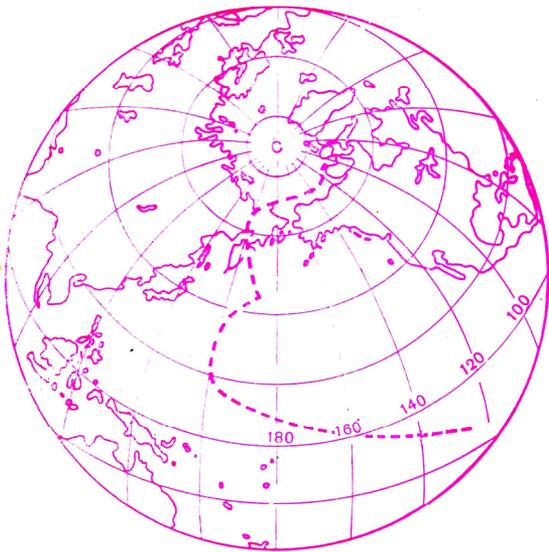
Здесь необходимо сделать отступление и подчеркнуть, что геомагнитное поле — это геофизическое явление, которое мы в состоянии наблюдать не только в настоящем, но и в прошлом. Дело в том, что при некоторых процессах, в частности при остывании вещества, от высоких температур (для пород земной коры от температур выше  $700^{\circ}\text{C}$ ) в магнитном поле образуется настолько устойчивая намагниченность, что впоследствии она не разрушается ни при воздействии магнитных полей, в десятки раз превосходящих поле, в котором она возникла, ни при нагревах до  $300\text{--}400^{\circ}\text{C}$ , ни под влиянием времени. Такая намагниченность обнаруживается почти у всех пород, и в ряде случаев удается доказать, что это именно та намагниченность, которая возникла при образовании породы: ведь именно при образовании породы физико-химические условия резко отличаются от тех, при которых существует порода в дальнейшем, а следовательно, могут обеспечить возникновение такой намагниченности.

Наука, которая занимается воссозданием древнего геомагнитного поля по намагниченности горных пород, носит название палеомагнитологии. Эта наука возникла недавно (15—20 лет назад), но к настоящему времени ею уже установлено несколько фактов, существенных для наших представлений о геомагнитном поле. Эти факты рас-

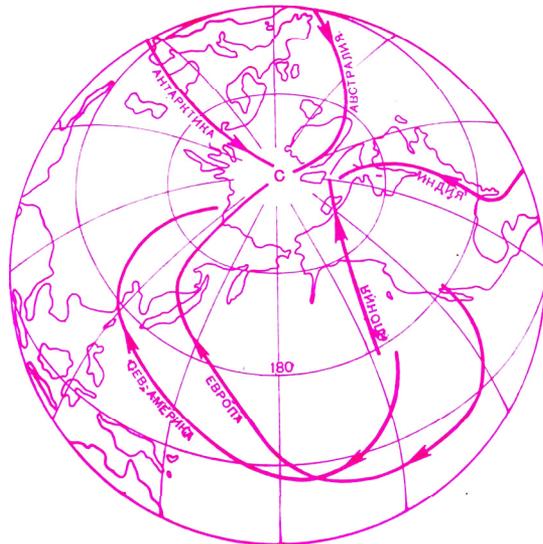
крывают новые возможности изучения внутреннего строения Земли.

Наиболее важным фактом является то, что за время своего существования геомагнитное поле неоднократно изменяло полярность. По всему земному шару распространены породы определенного возраста, направление намагниченности которых противоположно направлению намагниченности более молодых и более старых пород. Это означает, что северный и южный магнитный полюсы менялись местами. Из этого факта вытекают два важных следствия. Во-первых, подтверждается предположение о связи геомагнитного поля с движениями внутри ядра. Ведь если бы геомагнитное поле было связано с движением Земли в целом (например, с суточным вращением), поле могло иметь только одну единственную полярность. Во-вторых, необходимо допустить, что вихревые перемещения вещества внутри ядра не строго фиксированы, а как-то изменяются со временем.

За последние 10 млн. лет магнитные полюсы, определенные по намагниченности пород, неизменно находятся вблизи географического полюса, причем расположение магнитных полюсов для разных отрезков времени таково, что географический полюс оказывается их центром. Если такая закономерность справедлива и для более далеких эпох, то по расположению среднего магнитного полюса можно судить о том, где прежде находился географический полюс. Палеомагнитные исследования показывают, что средний магнитный полюс проделал длинный путь. Если его траектория действительно показывает перемещение не только магнитного, но и географического полюсов, то там, где сейчас полярная зона, раньше должен был быть тропический климат, и наоборот, в современных тропиках 100 млн. лет назад располагался полярный бассейн. Резкое изменение климата на Земле было установлено задолго до начала палеомагнитных исследований: в южных районах были обнаружены остатки или отпечатки северных животных и растений, а также горные породы, которые могли образоваться только в условиях холодного климата; в северных районах — отпечатки теплолюбивых растений и животных и породы, типичные для жаркого климата. Такая перемена климата на земном шаре находила различные объяснения, в частности, ее связывали с наступа-



**ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ** среднего геомагнитного полюса от кембрия до наших дней. По результатам палеомагнитных исследований (европейские данные)



**КАЖДОМУ ИЗ КОНТИНЕНТОВ** соответствует своя траектория перемещения геомагнитного полюса

нием и отступанием оледенения. Поскольку изменение климатических зон в прошлом в общих чертах такое же, какое могло быть при перемещении географического полюса, очень вероятно, что такое перемещение реально.

Перемещение географического полюса означает, что ось вращения изменяет свое положение внутри Земли. Но, как известно, ось вращения не может менять свое положение в пространстве при неизменной форме тела. Следовательно, остается предположить, что либо изменилась форма Земли, т. е. направление ее сплюсченности, либо произошло смещение земной коры относительно оболочки. И в том, и в другом случае необходимо допустить относительное перемещение масс в оболочке, иначе будет нарушен закон сохранения движения. Такова логическая цепь, приводящая от факта перемещения магнитного полюса к предположению о перераспределении масс в оболочке Земли.

Независимые определения положения древних магнитных полюсов хорошо согласуются между собой, если породы для измерений отбираются не в горной местности и в пределах одного континента. Для горных

районов обнаруживается большой разброс данных, который обусловлен, очевидно, тем, что отдельные массивы изменили положение со времени своего образования, а с ними вместе перемещался в пространстве вектор их намагниченности. Для платформенных (неподвижных) областей разных континентов путь древнего полюса оказывается различным. Формально достаточно сместить континенты, чтобы траектории перемещения древнего полюса совпали. Но будет ли такое решение правильным? Вопрос о перемещении, или, как обычно говорят, о дрейфе континентов, рождает большие споры. Расхождение палеомагнитных данных по разным континентам легче всего объяснить дрейфом континентов, особенно, если вспомнить предыдущий вывод о перемещении коры в целом. Трудно предположить, чтобы такой тонкий слой, как земная кора, смещался, не деформируясь. Но, с другой стороны, у геологов имеются веские данные, свидетельствующие о неподвижности континентов. Очевидно, что только дальнейшее накопление данных и совместная работа над ними геологов и магнитологов сможет привести к разумному однозначному выводу.

Когда обсуждаются перемещения всей коры или отдельных ее частей, очень важно знать, где кончается кора и начинается следующая оболочка Земли — верхняя мантия. Сейсмологи считают границей коры тот слой внутри Земли, в котором наблюдается резкое изменение скорости распространения упругих волн. Однако распределение электропроводности и намагниченности внутри Земли не отмечает этого слоя: и электропроводность и намагниченность показывают плавное изменение до значительно больших

глубин. Это еще один вопрос, требующий совместной работы представителей смежных наук.

Заключая краткий очерк о роли магнитных исследований в изучении внутреннего строения Земли, я хочу подчеркнуть, что в геофизике почти никогда не удается получить однозначный ответ по данным какого-либо одного геофизического метода, но сочетание различных направлений при изучении одного вопроса, как правило, приводит к интересным выводам.



### МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ МЕНЯЕТ ПОЛЯРНСТЬ

Аллан Кокс, Дж. Брент Далримпл и Ричард Р. Доуэлл (США) анализируют результаты палеомагнитных измерений. Они исследовали вулканические породы, направление «вмороженного» магнитного поля которых обратное направлению современного магнитного поля Земли. Ученые делают вывод, что за последние 3,6 млн. лет магнитное поле Земли меняло свою полярность девять раз.

«Scientific American», 2, 1967.

### КАКИМ БЫЛ УРОВЕНЬ МИРОВОГО ОКЕАНА В ТРЕТИЧНЫЙ ПЕРИОД?

В марте 1967 г. в Университете штата Флорида (Талахасси) состоялся симпозиум, посвященный уровню моря в третичный период.

Участники симпозиума высказали мнение, что континентальное оледенение Антарктиды было развито еще в эпоху олигоцена или миоцена. Значительный район оледенения в горах Джонс (Антарктида), по утверждению одного из докладчиков, может быть примером среднетретичного оледенения. Возраст вулканических пород в этом районе по радиоак-

тивным измерениям составляет  $24 \times 10^6$  лет. К такому сроку уже должен был развиваться миоценовый и даже более древний континентальный ледник, т. е. уровень океана, вероятно, начал понижаться не позднее миоцена.

Сообщалось и о результатах палеомагнитных измерений на образцах осадочных пород ледникового происхождения (исследовались колонки грунта с больших глубин Южного океана). Схема изменения магнитного поля соответствует известным эпохам полярности, определяемым по лавовым потокам, что позволяет установить их геохронологию. Эти данные показывают, что Антарктида была охвачена оледенением примерно  $5 \times 10^6$  лет тому назад.

Изучение морских террас на юго-востоке США также свидетельствует о значительном понижении (примерно на 80 м) уровня моря в позднем миоцене и плиоцене.

Участники симпозиума пришли к общему выводу о том, что гляцио-эвстатическое снижение уровня океана началось, по-видимому, в середине третичного периода. До настоящего времени бытовала гипотеза о постоянстве уровня Мирового океана в третичный период, а в свете новых мнений эта гипотеза нуждается в серьезном пересмотре.

«Geotimes», 12, 8, 1967, 23.

### РАДИОАКТИВНЫЙ ИЗОТОП АЛЮМИНИЯ-26 В МОРСКИХ ОСАДКАХ

В глубоководных морских осадках обнаружен радиоактивный изотоп алюминия-26. Доктор Фред Сингер (США) полагает, что изотоп был внесен в земную атмосферу микрометеоритами, которые, находясь в космосе, подверглись воздействию протонов высоких энергий солнечного происхождения.

По мнению Сингера, алюминий-26 подтверждает гипотезу о том, что космическая пыль состоит из частиц диаметром в несколько десятков микронов, а не менее микрона, как предполагали некоторые исследователи.

По расчетам ученого, выпадение космической пыли приводит к приращению массы Земли в среднем около 1250 т в сутки. Он считает, что присутствие алюминия-26 подтверждает предположение, согласно которому значительная часть космической пыли по своему составу и плотности является «каменной», а не состоит целиком из зерен углерода или других веществ, как это считалось в последние годы.

«Science News», 91, 23, 1967, 548.

# СПОРАДИЧЕСКОЕ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ СОЛНЦА

*В. И. С Л Ы Ш*

*кандидат физико-математических наук*

**Солнце выбрасывает источники радиоизлучения, движущиеся со скоростью, близкой к скорости света. С помощью искусственных солнечных затмений на спутнике Луны — советской автоматической станции «Луна-12» — удалось проследить движение этих источников в межпланетном пространстве.**

В радиоастрономическом диапазоне длин волн температура Солнца соответствует физической температуре его поверхности ( $6000^\circ$ ) только на самых коротких — миллиметровых радиоволнах. На более длинных волнах температура Солнца достигает миллиона градусов. Такое увеличение температуры связано с возрастающей ролью радиоизлучения солнечной короны в общем излучении Солнца на метровых волнах.

Как излучение самого Солнца, так и излучение его короны не представляют какой-либо загадки для астрофизиков. Это так называемое **тепловое** излучение, свойства которого хорошо изучены. Известно, что электромагнитное излучение возникает при ускоренном движении заряженных частиц; в частности, причиной теплового излучения в радиодиапазоне является ускорение свободных электронов, движущихся с тепловыми скоростями в электрическом поле протонов. Чем выше температура, тем больше тепловая скорость и тем больше мощность излучения. Каждый электрон перемещается независимо от других электронов, поэтому суммарное излучение газа, в составе которого имеются лишь свободные электроны и протоны (плаз-

ма), складывается из случайных импульсов, испускаемых отдельными электронами.

Гораздо больший интерес представляет **нетепловое** излучение. Само название означает, что мощность излучения соответствует такой высокой температуре, какой никогда не бывает на Солнце (миллиарды и тысячи миллиардов градусов). Другая особенность нетеплового излучения — его частотный спектр, резко отличающийся от спектра теплового излучения. Обычно высокая мощность нетеплового излучения наблюдается лишь в ограниченном диапазоне частот, в то время как тепловое излучение имеет очень широкий спектр. И, наконец, еще одна особенность нетеплового излучения — его нестационарность. Нетепловое излучение Солнца быстро возникает и столь же быстро исчезает, проявляясь в виде всплесков радиоизлучения, носящих эпизодический, спорадический характер.

Но и нетепловое излучение должно быть результатом движения заряженных частиц. Поскольку мощность нетеплового излучения намного превосходит мощность теплового, то и скорости частиц (и энергии) должны быть гораздо больше тепловых скоростей. Следо-

вательно, появление нетеплового радиоизлучения Солнца тесно связано с возникновением заряженных частиц высоких энергий. Этим и объясняется большой интерес астрофизиков к нетепловому радиоизлучению.

## ТИПЫ СПОРАДИЧЕСКОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Для спорадического радиоизлучения Солнца характерно внезапное или плавное увеличение мощности радиоизлучения в десятки, сотни, а иногда и в миллионы раз по сравнению с тепловым радиоизлучением спокойного Солнца. Обычно спорадическое радиоизлучение связано с активными областями на поверхности Солнца, которые являются источником как повышенного радиоизлучения, так и солнечной активности в оптическом диапазоне (вспышек, движений и пр.).

Основной вид спорадического радиоизлучения — **всплески**. Они различаются между собой по мощности, длительности, диапазону частот, временным изменениям и т. д. Все эти свойства очень удобно изучать с радиоспектрографами. Радиоспектрограф состоит из нескольких быстро перестраиваемых по частоте приемников. Каждый приемник перекрывает определенную часть спектра, которая изображается на экране электронно-лучевой трубки. Одновременно с перестройкой приемника по диапазону светящееся пятно перемещается на экране в вертикальном направлении. Все экраны электронно-лучевых трубок располагаются один над другим и фотографируются на киноплёнку, которая движется с постоянной скоростью вдоль них. В результате на плёнке получается изображение, называемое динамическим спектром, т. е. изображение принимаемого сигнала на плоскости «частота — время».

Различают четыре основных типа всплесков радиоизлучения.

Тип I — шумовая буря — характеризуется большим числом коротких всплесков, занимающих малый диапазон частот и наложенных на повышенный фон. На динамических спектрах всплески I-го типа видны как небольшие светлые пятна или черточки на светло-сером фоне. Длительность всплесков около одной секунды, а диапазон занимаемых частот в среднем 4 Мгц. Шумовые бури, состоящие из большого числа всплесков, про-

должаются от нескольких часов до нескольких дней и связаны с прохождением активной области через центральный меридиан Солнца.

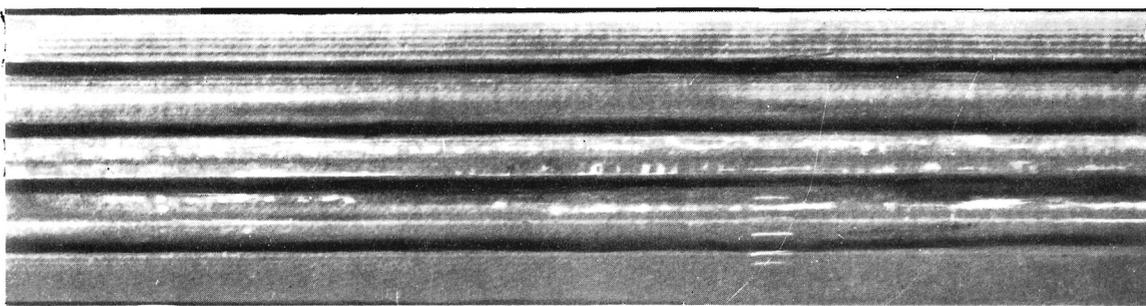
Тип II — всплески с медленным дрейфом частоты занимают более широкий интервал частот. Самое характерное их свойство — постепенное смещение частоты максимума радиоизлучения в сторону низких частот, так называемый дрейф. На частоте 100 Мгц скорость дрейфа составляет около 0,4 Мгц в секунду, в то время как ширина полосы частот в каждый момент времени не превышает 5 Мгц. За 5—10 минут всплеск, начавшийся на частоте около 100 Мгц, уходит в область декаметровых волн и становится невидимым с Земли из-за экранировки ионосферой. Еще одна особенность всплесков II-го типа — существование такого же всплеска на второй гармонике основной частоты (чтобы лучше представить гармоническую структуру этого типа всплесков, следует мысленно сжать динамический спектр по вертикали до исчезновения черных горизонтальных полос, обусловленных зазорами между стоящими один над другим экранами индикаторов радиоспектрографа). Всплески II-го типа имеют очень большую мощность и возникают после сильных оптических вспышек.

Самыми распространенными являются всплески III-го типа. На динамических спектрах они выглядят как тонкие, почти вертикальные длинные линии, следующие группами или поодиночке. Диапазон частот, охва-

**ДИНАМИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ВСПЛЕСКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА.** Динамический спектр составлен из пяти (на нижнем спектре из шести) полос, соответствующих пяти (шести) электронно-лучевым трубкам с пятью (шестью) приемниками. Диапазон перестройки каждого приемника указан слева. Весь диапазон, который перекрывает радиоспектрограф, — от 25 до 580 Мгц. Расстояние по вертикали пропорционально частоте, а вдоль пленки — времени; яркость изображения пропорциональна интенсивности. *a* — шумовая буря со всплесками I-го типа, которые видны как небольшие светлые пятна или черточки на светло-сером фоне; *b* — всплеск II-го типа с медленным дрейфом частоты. Верхняя наклонная полоса соответствует основной частоте, а нижняя — вдвое большей; *c* — всплеск III-го типа с быстрым дрейфом частоты. Видны три группы всплесков и два сравнительно мощных одиночных всплеска; *d* — всплеск IV-го типа, занимающий очень широкий спектр частот

ЧАСТОТА, МГц

25-50  
50-100  
100-180  
180-320  
320-580

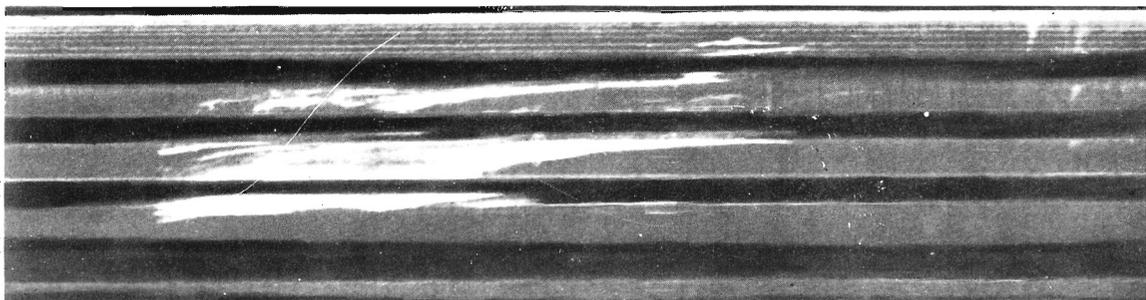


18<sup>h</sup> 31<sup>m</sup>

а) 29 МАРТА 1960 г

18<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>

25-50  
50-100  
100-180  
180-320  
320-580

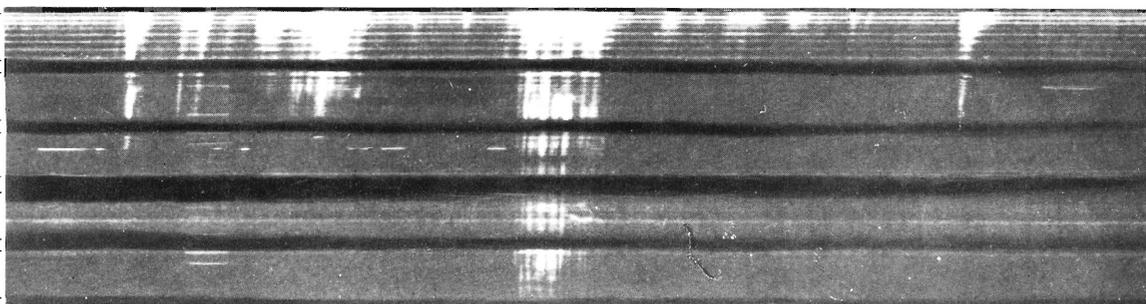


16<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>

б) 9 АПРЕЛЯ 1960 г

17<sup>h</sup> 06<sup>m</sup>

25-50  
50-100  
100-180  
180-320  
320-580

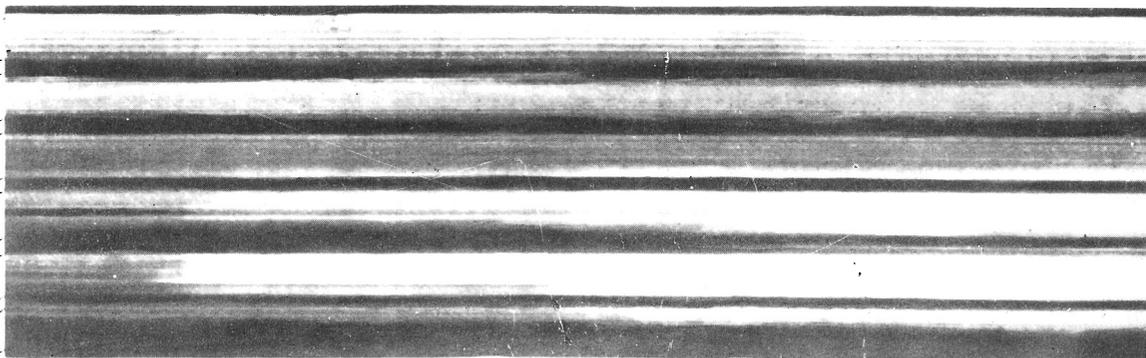


16<sup>h</sup> 58<sup>m</sup>

с) 1 АПРЕЛЯ 1960 г

17<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>

25-50  
50-100  
100-180  
180-320  
320-580  
2100-3900

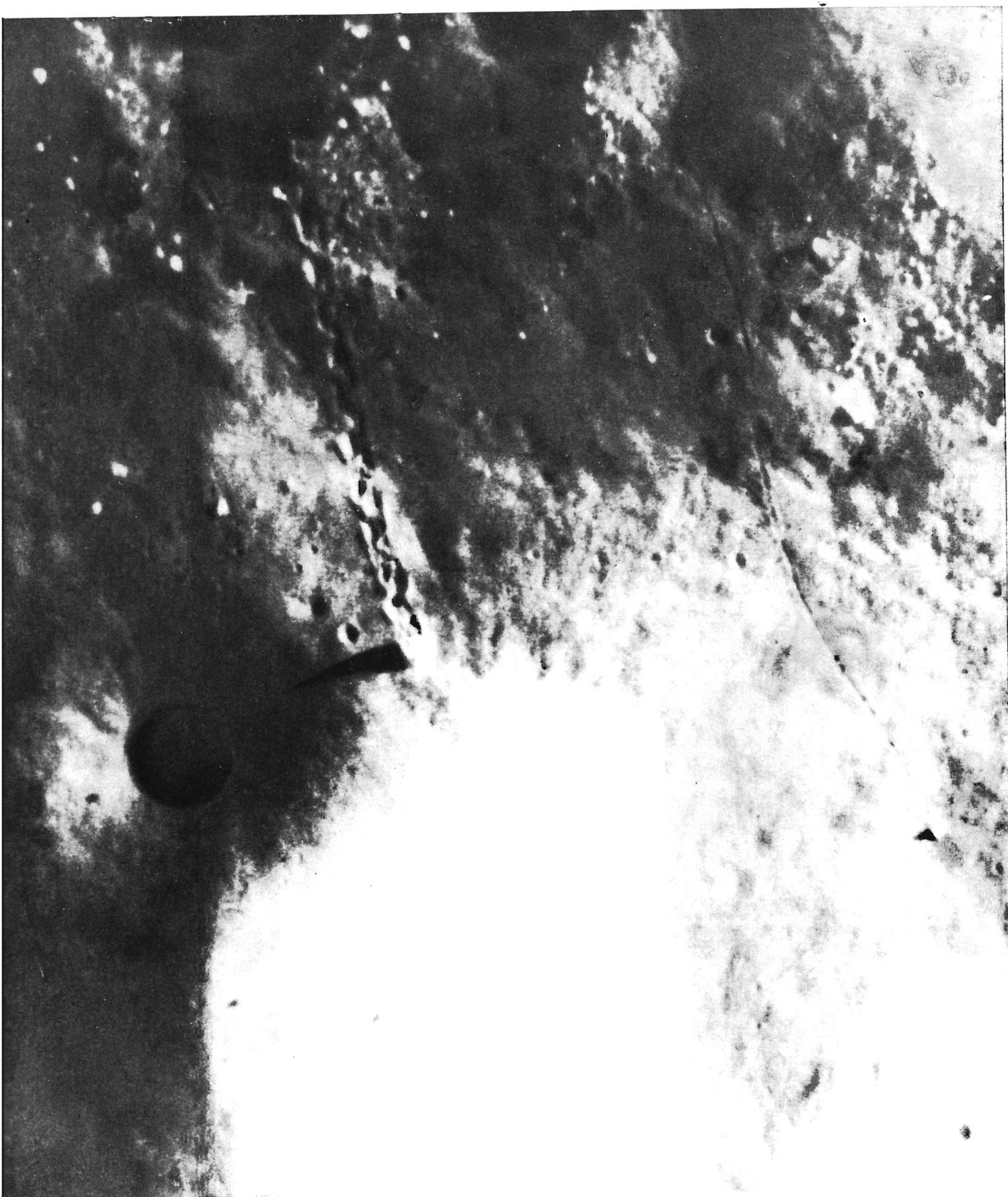


17<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>

д) 16 СЕНТЯБРЯ 1960 г

17<sup>h</sup> 56<sup>m</sup>

ВСЕМИРНОЕ ВРЕМЯ



тываемый всплесками III-го типа, очень велик: они могут, например, начинаться на частоте выше 580 *Мгц* и кончаться ниже 25 *Мгц*. При более внимательном рассмотрении динамического спектра можно заметить, что светлые линии, соответствующие всплескам, идут не вертикально, а слегка наклонены вправо. Как и в случае всплесков II-го типа, здесь также наблюдается дрейф частоты от более высокой в начале всплеска к более низкой в конце. Но скорость дрейфа всплесков III-го типа на частоте 100 *Мгц* около 60 *Мгц* в секунду, т. е. в сто с лишним раз больше, чем скорость дрейфа всплесков II-го типа. Всплески III-го типа очень короткие — от 1 до 10 секунд на частоте 100 *Мгц* и связаны, главным образом, с оптическими вспышками, в том числе с самыми слабыми.

Вспышки IV-го типа наблюдаются после мощных хромосферных вспышек, и часто им предшествует всплеск II-го типа с медленным дрейфом. После всплеска II-го типа, как правило, устанавливается мощное, почти постоянное во времени радиоизлучение, занимающее очень широкий диапазон частот — от сантиметровых до декаметровых волн. Это наиболее продолжительные всплески, длительностью от 10 минут до нескольких часов в зависимости от мощности, причем во время всплесков IV-го типа наблюдаются лишь очень медленные и небольшие изменения мощности. Радиоизлучение IV-го типа через несколько часов часто переходит в шумовую бурю с всплесками I-го типа. Появление всплеска IV-го типа обычно сопровождается геофизическими эффектами в околоземном пространстве. При слабых всплесках наблюдаются полярные сияния и поглощение радиоволн в полярных областях земного шара, вызванные приходом корпускулярных потоков, состоящих в основном из протонов с

энергией в несколько мегаэлектронвольт. В более редких случаях мощных всплесков возрастает уровень космических лучей с энергиями в сотни мегаэлектронвольт. Менее энергичные частицы создают магнитные бури приблизительно через сутки после солнечной вспышки, давшей начало всплеску IV-го типа.

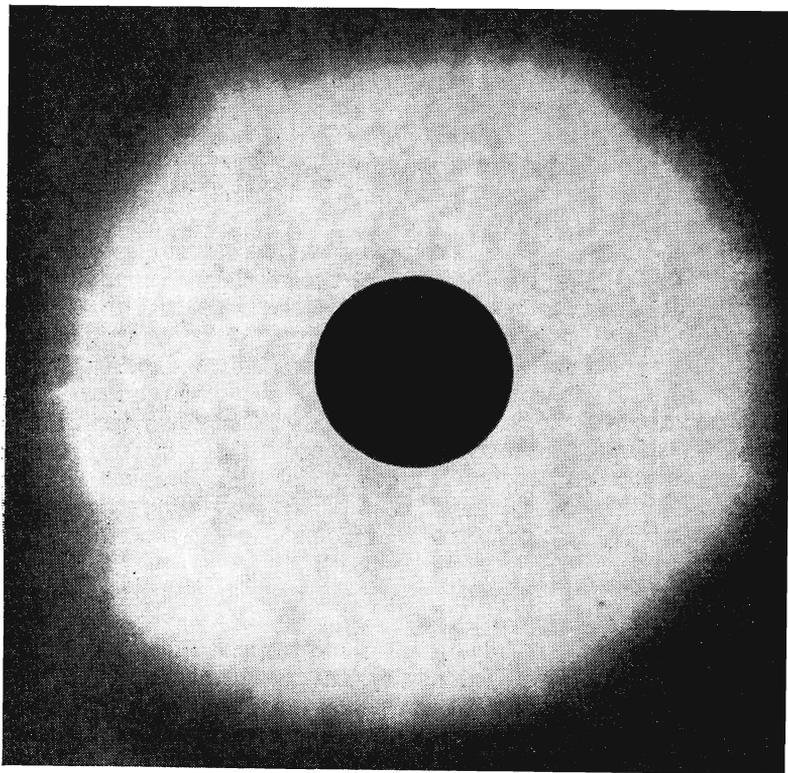
Космические лучи солнечного происхождения — главный источник радиационной опасности при полетах людей в космосе, так как уровень проникающей радиации во время больших вспышек повышается в сотни раз и может превысить максимально допустимый с точки зрения безопасности полета. Поэтому изучение солнечных вспышек и сопровождающих их явлений важно не только для физики Солнца, но и для будущего межпланетного транспорта.

## МЕХАНИЗМЫ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Современные взгляды на механизм всплесков радиоизлучения основаны на теории электромагнитного излучения заряженных частиц, главным образом, электронов. Известно, что любая заряженная частица, движущаяся с ускорением (например, по спирали в магнитном поле или по гиперболе в электрическом поле другого заряда), излучает электромагнитные волны, мощность которых зависит от величины ускорения, а частота — от скорости изменения величины и направления ускорения. В частности, источником радиоизлучения всплесков IV-го типа служат электроны с энергией около миллиона электронвольт, движущиеся по спирали в магнитном поле солнечных пятен. Поскольку скорости электронов с такой энергией близки к скорости света, то в результате эффекта Доплера они излучают очень широкий

**ВНУТРЕННЯЯ ЧАСТЬ КРАТЕРА Вителло на южной окраине Моря Влажности. На снимке видны следы, которые оставили две глыбы, скатившиеся со склона центральной горки кратера. Длина пути большей глыбы (поперечник 23 м) около 275 м, а меньшей (поперечник 4, 5 м) — свыше 360 м.**

(Фотография получена американским космическим аппаратом «Лунар Орбитер-5»)



**ФОТОГРАФИЯ** солнечной короны, полученная во время затмения

спектр частот. Сами электроны образуются благодаря каким-то пока не известным процессам ускорения, действующим во время оптической вспышки.

Для объяснения радиоизлучения всплесков других типов широко используют резонансные свойства плазмы. Солнечная корона — очень разреженная внешняя атмосфера Солнца, видимая во время солнечных затмений, — состоит в основном из водорода, раскаленного до температуры в миллион градусов. При такой температуре атом водорода уже не может существовать в виде пары протон — электрон, электроны и протоны движутся независимо друг от друга, газ становится полностью ионизованным. Такой газ приобретает свойства плазмы, из которых важнейшее — способность совершать периодические колебания с характерной плазменной частотой. Если к плазме приложить внешнюю силу (например, электрическое поле), то электроны и протоны, как частицы с зарядом разного знака, разойдутся в противоположные стороны на такие расстояния, что образующееся между ними элект-

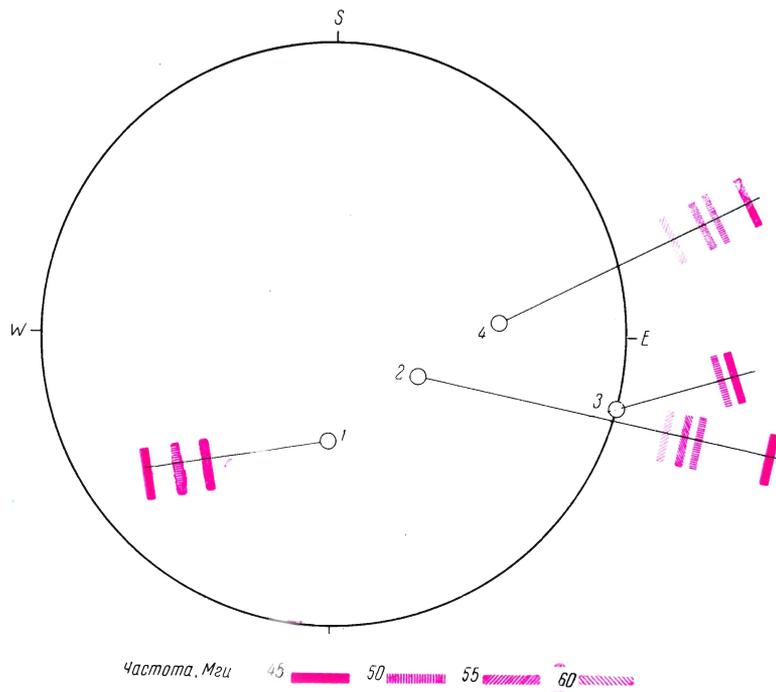
рическое поле скомпенсирует внешнее поле. Если убрать внешнее поле, то притяжение электронов протонами уже не будет уравновешено, и электроны, как более легкие частицы, начнут двигаться в направлении протонов. Но по инерции они проскочат дальше и будут возвращены назад притяжением протонов. Далее процесс начнет повторяться, т. е. возникнут периодические колебания электронов относительно протонов. В этих колебаниях участвует большое количество электронов плазмы, т. е. колебания имеют коллективный характер. Частота плазменных колебаний зависит только от концентрации заряженных частиц  $f_0 = 9\sqrt{N}$  кГц, где  $N$  — количество электронов в  $1 \text{ см}^3$ . Так как при плазменных колебаниях электроны испытывают ускорение, величина и знак которого меняются периодически, они будут излучать электромагнитные волны с частотой плазменных колебаний  $f_0$ . В плазменных колебаниях все электроны колеблются в одной фазе, поэтому мощность электромагнитного излучения может быть очень большой.

По современным представлениям, способность солнечной короны совершать плазменные колебания, излучая при этом электромагнитные волны, является причиной возникновения всплесков радиоизлучения нескольких типов. В самом деле, плазменная частота  $f_0$  колебаний солнечной короны лежит в пределах от сотен мегагерц вблизи поверхности Солнца до единиц и долей мегагерца во внешних областях. Таким образом, плазменные колебания солнечной короны способны давать излучение во всем диапазоне радиоастрономических наблюдений.

Это свойство плазмы объясняет и дрейф частоты всплесков от высоких до низких частот. В рамках теории плазменных колебаний естественно предположить, что постепенное понижение частоты радиоизлучения всплеска обусловлено перемещением источника плазменных колебаний из более плотной внутренней области короны в менее плотную, т. е. дальше от поверхности Солнца. В самом деле, плотность короны  $N$  изменяется от  $10^9$  электронов в  $1 \text{ см}^3$  вблизи поверхности до  $10^6$  на расстоянии трех солнечных радиусов от центра Солнца. Частота же плазменных колебаний ( $f_0 = 9\sqrt{N} \text{ кгц}$ ) соответственно снижается с 300 до 9  $\text{Мгц}$ . Та-

кое явление наблюдается и во всплесках III-го типа. На динамических спектрах видно, как за несколько секунд частота изменяется от 580 до 25  $\text{Мгц}$ . Зная расстояние от центра Солнца, соответствующее данной частоте, и время начала всплеска на разных частотах, можно вычислить скорость перемещения источника плазменных колебаний в короне. Для всплесков III-го типа эта скорость составляет 20—80% от скорости света (60 000—240 000  $\text{км/сек}$ ). Для всплесков II-го типа с медленным дрейфом частоты скорость, естественно, получается значительно меньшей (около 1000  $\text{км/сек}$ ). Таким образом, скорость дрейфа частоты оказывается пропорциональной скорости движения источника плазменных колебаний.

Гипотеза о плазменных колебаниях как источнике радиоизлучения всплесков II-го и III-го типов получила блестящее подтверждение при измерениях на разных частотах положения источника радиоизлучения относительно Солнца. Для подобных измерений необходимы антенные устройства, обладающие высоким угловым разрешением (радиус Солнца виден с Земли под углом  $15'$ ). Например, с успехом используются двухантенные или многоантенные интерферометры,



**ПОЛОЖЕНИЕ ЧЕТЫРЕХ** источников всплесков III-го типа, связанных с оптическими вспышками (кружки на диске Солнца), на четырех различных частотах. Видно, что источник радиоизлучения движется по прямой от места оптической вспышки наружу, и с удалением от Солнца снижается частота радиоизлучения

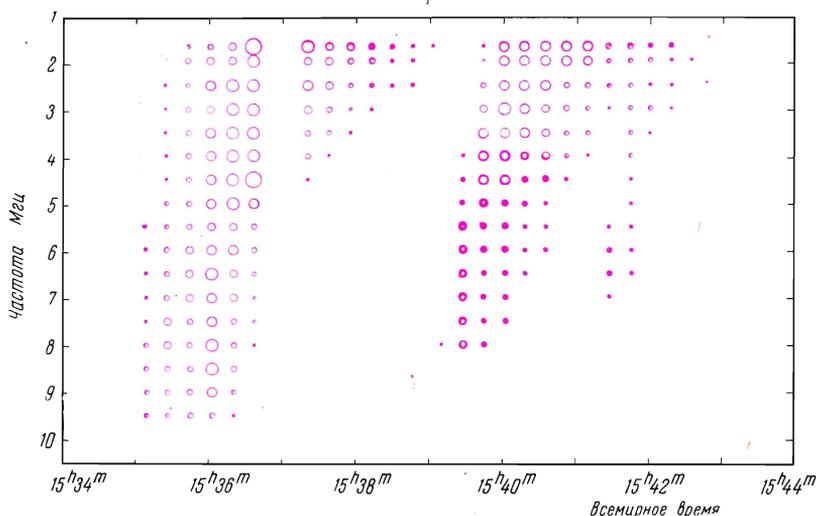
сочетающие высокое угловое разрешение с широким полем зрения, поскольку заранее не известно, в каком месте короны возникнет всплеск радиоизлучения. Наблюдения с помощью интерферометра всплесков III-го типа на четырех частотах (45, 50, 55 и 60 *Мгц*) показали, что источник радиоизлучения всплеска движется по прямой от места оптической вспышки наружу, и с удалением от Солнца снижается частота радиоизлучения. Значение частоты радиоизлучения, вычисленное по формуле  $f_0 = 9\sqrt{N}$  *кГц*, соответствует плотности короны  $N$  на данном расстоянии от Солнца. Подобные же измерения были проведены и для всплесков II-го типа. Таким образом плазменная гипотеза радиоизлучения всплесков с дрейфом частоты получила экспериментальное подтверждение.

Что же возбуждает плазменные колебания и почему их источник перемещается от Солнца наружу? Пока еще нет прямых экспериментальных данных о природе этого явления. Известно, что Солнце в период активности испускает заряженные частицы. Возможно, эти частицы, проходя через корону, возбуждают плазменные колебания, соответствующие всплескам радиоизлучения. Предполагают, например, что плазменные колебания всплесков III-го типа, источник которых перемещается со скоростью, равной 0,2—0,8 скорости света, возбуждаются потоками электронов, достигающих такой скорости при вспышке и выбрасываемых наружу, в коро-

ну. Таким образом, всплески III-го типа представляют собой как бы «след» движения через корону потоков быстрых электронов (так же как капельки воды образуют след движения заряженной частицы в камере Вильсона). Плазменные колебания всплесков II-го типа, вероятно, возбуждает ударная волна, распространяющаяся от оптической вспышки со скоростью порядка 1000 *км/сек*.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СО СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ И ЛУНЫ

Солнечная корона простирается далеко за пределы орбиты Земли, т. е. оказывается, что Земля движется внутри короны. Можно ожидать, что источники плазменных колебаний при своем движении от Солнца будут переходить в межпланетное пространство, одновременно уменьшая свою частоту, по мере того как падает плотность короны. Наземные наблюдения солнечного радиоизлучения проводятся до частоты 5 *Мгц*, что соответствует расстоянию от Солнца около 5 солнечных радиусов. На динамических спектрах видно, что всплески III-го типа дрейфуют за низкочастотную границу радиоспектрографа, равную 5 *Мгц*. «След» движения источника плазменных колебаний дальше 5 радиусов Солнца не виден с Земли, так как частоты ниже 5 *Мгц* не проходят через земную ионосферу. Для наблюдений на более



**ДИНАМИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ** трех всплесков радиоизлучения Солнца III-го типа, полученные со спутника «Алуэтт». Кружками разной величины (размер кружка пропорционален мощности излучения) обозначена мощность радиоизлучения на каждой частоте в отдельные моменты времени, так что вся совокупность кружков образует динамический спектр

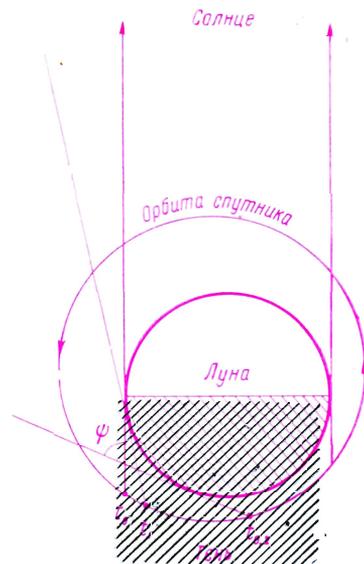
низких частотах приходится поднимать радиотелескопы на ракетах и спутниках за пределы земной ионосферы.

Впервые всплески радиоизлучения Солнца наблюдались в 1963 г. с борта канадского искусственного спутника Земли «Алуэтт» в диапазоне частот 1,5—10 Мгц. Весь диапазон просматривался каждые 18 секунд. Наблюдалась в основном всплески III-го типа с быстрым дрейфом частоты. Оказалось, что свойства всплесков III-го типа на частотах 1,5—5 Мгц остаются такими же, как и на более высоких частотах, наблюдаемых с Земли. Обнаружено лишь увеличение длительности всплеска от нескольких секунд на метровых волнах до одной минуты на волне 150 м (частота 2 Мгц). В таких измерениях очень трудно определить положение источника радиоизлучения относительно Солнца, так как применяемые на спутниках антенны не обеспечивают необходимого разрешения. Кроме того, «Алуэтт» летал на высоте 1000 км, где остатки ионосферы Земли затрудняют измерения на более низких частотах.

Дальнейшие исследования солнечного радиоизлучения на частотах 2; 1 и 0,2 Мгц проводились на советских автоматических межпланетных станциях «Зонд-3» и «Венера-2». Поскольку измерения выполнялись далеко от Земли в межпланетном пространстве, влияние земной ионосферы полностью исключалось. Это позволило наблюдать всплески радиоизлучения Солнца на частоте 0,2 Мгц, т. е. на частоте в 25 раз более низкой, чем с поверхности Земли.

В большинстве случаев солнечное радиоизлучение на этих частотах проявляется в виде всплесков с быстрым дрейфом — всплесков III-го типа. Их длительность достигает 6 минут на частоте 0,2 Мгц (200 кгц). Плотность короны, соответствующая плазменной частоте 200 кгц, составляет всего лишь 500 электронов в 1 см<sup>3</sup>, поэтому можно считать, что источник радиоизлучения с частотой 200 кгц будет расположен очень далеко от Солнца, практически в межпланетном пространстве.

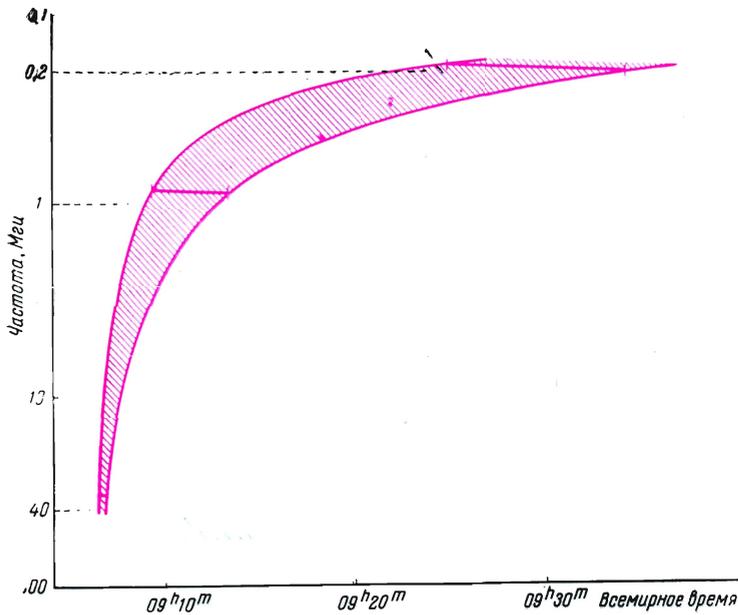
Это предположение удалось подтвердить с помощью измерений, проведенных на советских искусственных спутниках Луны — «Луна-11» и «Луна-12». Вращаясь вокруг Луны близко к плоскости эклиптики, эти спутники на каждом обороте заходят в тень Луны. Благодаря сравнительно большой дли-



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМНОГО положения источника всплеска и Солнца с помощью искусственного спутника Луны.** Оптическая тень — заштрихована. Угол  $\psi$  — угловое расстояние источника радиоизлучения от Солнца;  $t_0$ ,  $t_1$  и  $t_{0,2}$  — положения спутника в моменты времени, соответствующие заходу спутника в оптическую тень, исчезновению сигнала на частоте 1 Мгц и концу сеанса измерений на частоте 200 кгц

тельности всплесков существует вероятность того, что всплеск будет наблюдаться при заходе спутника в тень или при его выходе. Тогда по разности моментов захода спутника в оптическую и радиотень можно определить угловое расстояние источника от Солнца.

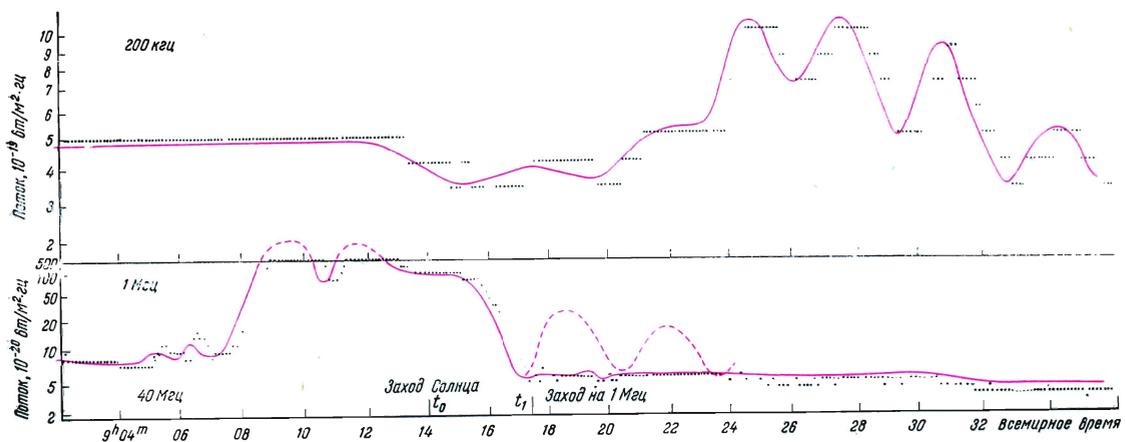
На «Луна-12» «радиозаход» наблюдался дважды. Сигнал регистрировался 6 января 1967 г. на частотах 1 Мгц и 200 кгц. Всплеск солнечного радиоизлучения проявился в виде повышенного уровня радиоизлучения с заметной синусоидальной модуляцией, обусловленной вращением спутника вокруг своей оси. Этот же всплеск радиоизлучения на частоте 40 Мгц наблюдался в Потсдамской астрофизической обсерватории (ГДР). При сравнении моментов начала всплесков на частотах 40 Мгц, 1 Мгц и 200 кгц обнаружен отчетливый дрейф частоты, характерный для всплесков III-го типа



**ДИНАМИЧЕСКИЙ СПЕКТР**  
всплеска радиополучения III-го типа, наблюдавшийся с борта искусственного спутника Луны «Луна-12» 6 января 1967 г. Видно, как с течением времени частота всплеска сначала быстро, а затем медленно уменьшается

и проявляющийся в запаздывании низкочастотного всплеска относительно высокочастотного. Так, запаздывание между всплесками на частотах 200 кГц и 1 МГц составляет 15,5 минуты, что, как мы увидим даль-

ше, позволяет источнику радиополучения за это время уйти очень далеко от Солнца. На динамическом спектре этого всплеска видно, что с течением времени частота сначала быстро, а затем медленно уменьшается.



**РЕГИСТРАЦИЯ ВСПЛЕСКА РАДИОПОЛУЧЕНИЯ III-го типа на частотах 1 МГц и 200 кГц на борту искусственного спутника Луны «Луна-12» 6 января 1967 г.** «40 МГц» — момент наблюдения этого же всплеска на частоте 40 МГц в Потсдамской астрофизической обсерватории. Точки — телеметрические отчеты величины сигнала с интервалом 7 секунд;  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_{0,2}$  — соответствуют моментам захода спутника в оптическую тень, исчезновению сигнала на частоте 1 МГц и концу сеанса измерений на частоте 200 кГц. Пунктиром показано, как наблюдался бы всплеск, если бы его источник не зашел за лунный горизонт в момент времени  $t_1$ , а также, когда величина сигнала была больше верхнего предела шкалы измерений

6 января 1967 г. в 9 часов 14 минут всемирного времени спутник «Луна-12» зашел в оптическую тень и перестал «видеть» Солнце. Однако всплеск на частоте 1 Мгц продолжал регистрироваться еще в течение 3—4 минут, а затем внезапно пропал. Это означает, что источник радиоизлучения на частоте 1 Мгц перестал быть видимым со спутника на 3—4 минуты позднее Солнца. В момент «радиозахода» источник пересек лунный горизонт (относительно спутника) и скрылся. В это время Солнце уже опустилось на 8° под горизонт. Следовательно, расстояние между центром Солнца и источником радиоизлучения на частоте 1 Мгц было равно или больше 8°, т. е. составляло 32 радиуса Солнца. Дальнейшая регистрация сигнала на обеих частотах проводилась в то время, когда спутник находился в глубокой тени. Тем не менее, приблизительно в 9 часов 22 минуты на частоте 200 кгц начался всплеск радиоизлучения, являющийся низкочастотным продолжением всплеска на частоте 1 Мгц. Этот всплеск быстро достиг своего максимального уровня, а затем начал плавно спадать с характерным временем затухания около 6 минут. До самого конца сеанса измерений в 9 часов 37 минут не было видно признаков «радиозахода» источника под лунный горизонт, что наблюдалось на частоте 1 Мгц. Луна как будто ни в малейшей степени не препятствовала наблюдению всплеска на частоте 200 кгц, хотя в конце сеанса спутник находился точно за Луной относительно Солнца. В это время минимальное расстояние от центра Солнца до лунного горизонта составляло 45°, так что источник радиоизлучения на частоте 200 кгц мог наблюдаться лишь в том случае, если он отстоял от центра Солнца дальше, чем на 45°, т. е. почти на 200 радиусов Солнца. Именно этим объясняется большое запаздывание (15,5 минуты) всплеска на частоте 200 кгц: только за такое время со скоростью около 0,5 от скорости света можно пройти расстояние в 200 радиусов Солнца.

Таким образом, в результате этих наблюдений были установлены новые свойства всплесков III-го типа. Во-первых, дрейф частоты всплеска III-го типа продолжается до

такой низкой частоты, как 200 кгц; во-вторых, источник радиоизлучения всплесков уходит от Солнца в межпланетное пространство на расстояние до 200 солнечных радиусов, т. е. вплоть до орбиты Земли (расстояние орбиты Земли от Солнца около 250 солнечных радиусов); в-третьих, источник в межпланетном пространстве движется с такой же скоростью (около 0,5 от скорости света), как и в короне, и, наконец, мощность всплесков становится настолько большой, что их можно легко принимать на простую антенну, состоящую из короткого металлического штыря длиной всего 2,5 м.

Эти интересные свойства удалось обнаружить благодаря новому методу наблюдений с искусственного спутника Луны.

Выход источника радиоизлучения в межпланетное пространство открывает новые возможности для детального исследования самого источника с космических аппаратов. В самом деле, всплески III-го типа появляются довольно часто (в среднем около 10 раз в сутки) и, по крайней мере, некоторые из них достигают орбиты Земли. Следовательно, можно надеяться, что время от времени космический аппарат с соответствующей аппаратурой будет попадать внутрь самого источника. Это удастся обнаружить по чрезвычайно сильному росту радиоизлучения на частотах 100—200 кгц. Именно тогда необходимо измерить все свойства среды внутри источника радиоизлучения: свойства плазмы, магнитное и электрическое поля, количество быстрых частиц и т. д. Такое зондирование источника в межпланетной среде эквивалентно зондированию источников вблизи Солнца. Поэтому вполне возможно возникновение лабораторной астрофизики Солнца, так как методы исследования солнечных явлений станут скорее методами физических исследований (зонды, магнитометры, счетчики и пр.), чем астрономических (телескопы и радиотелескопы). Прямые физические измерения позволяют подтвердить или опровергнуть существующие теории солнечного радиоизлучения.

# НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРАСНОГО ПЯТНА НА ЮПИТЕРЕ

**В. Г. ТЕЙФЕЛЬ**

*кандидат физико-математических наук*

**Красное Пятно на Юпитере — одна из загадок крупнейшей планеты солнечной системы. Что это: твердое тело, облако или гигантский вихрь в атмосфере Юпитера? Только в последние годы начаты всесторонние астрофизические исследования этого уникального образования. О некоторых результатах таких исследований и рассказывает публикуемая ниже статья.**

Физическая природа знаменитого большого Красного Пятна на Юпитере до сих пор остается загадочной. Существует несколько гипотез, при помощи которых пытаются объяснить происхождение этой странной детали на крупнейшей планете солнечной системы. Однако ни одна из них еще не получила достаточно надежного подтверждения. Сейчас совершенно очевидно только то, что проблему происхождения Пятна нельзя решить независимо от более общей проблемы строения атмосферы Юпитера. К сожалению, наблюдениям доступны только внешние области атмосферы, лежащие выше поверхности облачного слоя. Эти области состоят в основном из газа, возможно, с небольшой примесью аэрозолей. О том, что происходит в глубинных слоях атмосферы Юпитера, приходится лишь догадываться, основываясь на некоторых теоретических соображениях и явлениях, которые наблюдаются на поверхности облачного покрова.

Сейчас вряд ли следует возвращаться к популярной некогда гипотезе Р. Вильдта и Б. Пика, согласно которой Красное Пятно представляет собой остров из твердых углеводородов или твердого гелия, плавающий в

атмосфере Юпитера. У поверхности облачного слоя, где температура равна  $160—170^{\circ}\text{K}$ , а давление едва ли превышает  $2\text{ атм}$ , эти газы не могут переходить в твердое состояние. Конечно, можно предположить, что такой остров находится на очень большой глубине, где его образование возможно. Но и тогда внешнее проявление этого гипотетического острова — видимое Красное Пятно — все равно нуждается в объяснении, так как имеющиеся наблюдательные данные свидетельствуют о том, что верхняя граница Пятна почти совпадает с уровнем поверхности облачного слоя.

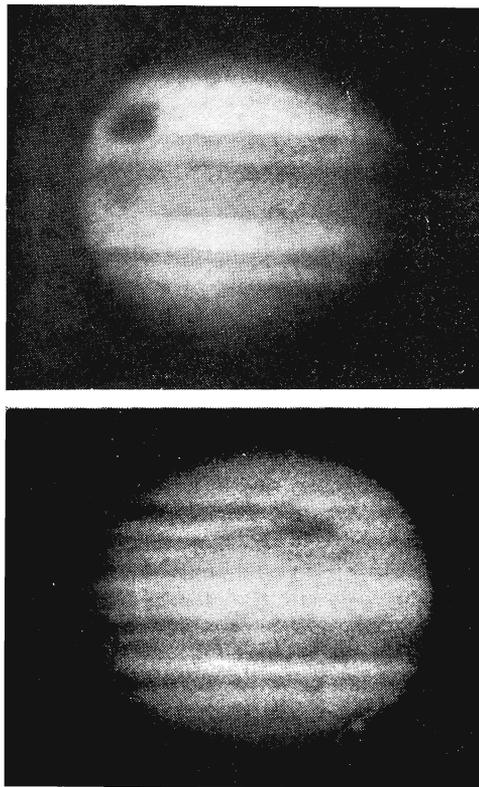
Необычная для большинства деталей облачной поверхности Юпитера устойчивость Красного Пятна (оно находится практически на одной и той же широте уже более 100 лет), особенности взаимодействия его с другими деталями (Южной умеренной и тропической полосами, Южным тропическим возмущением), вихревые движения в Пятне — все это говорит о том, что, по-видимому, Пятно — атмосферное явление. Однако возникновению его способствует, вероятно, какое-то образование на твердой поверхности планеты, создающее в атмосфере гид-

родинамическое возмущение. Такое возмущение, достигая поверхности облачного слоя, определенным образом изменяет его структуру и оптические свойства, которые мы и регистрируем как Красное Пятно. Подобная гипотеза предложена американским ученым Р. Хайдом.

Хайд показал, что при определенных соотношениях между скоростями вращения планеты и атмосферных потоков, а также толщиной атмосферы протяженная неровность (высотой или глубиной в несколько километров) на поверхности планеты может вызвать образование так называемого «тейлоровского столба» — устойчивого возмущения в обтекающем эту неровность потоке газа или жидкости. Такой «столб» ориентируется параллельно оси вращения планеты и может простираться вплоть до верхних слоев атмосферы, т. е. достигать поверхности облачного слоя Юпитера.

Детальная разработка гипотезы Хайда пока невозможна, так как отсутствуют данные о температуре, давлении, плотности и вязкости атмосферы Юпитера вблизи твердой поверхности планеты. Проблематично и само существование у Юпитера ясно выраженной поверхности, разделяющей атмосферу и мантию (внешнюю твердую оболочку) планеты. Скорее можно говорить о некотором переходном слое, фазовое состояние которого зависит от состава атмосферы и соотношения между температурой и давлением в этом слое.

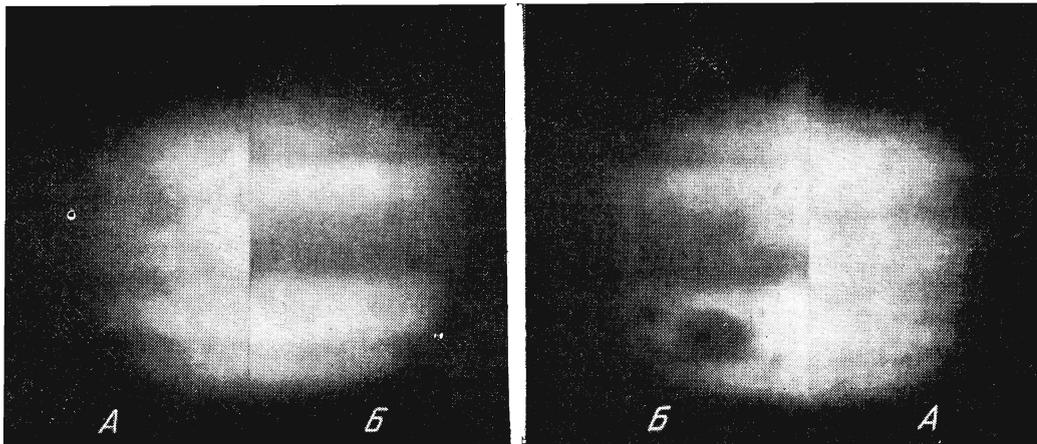
Смещение Красного Пятна по долготе (за несколько десятилетий амплитуда смещения достигла сотен градусов) Хайд объясняет изменением скорости вращения мантии Юпитера. Это может происходить при обмене моментом количества движения между атмосферой и мантией или, что более вероятно, между мантией и ядром Юпитера. Закономерности долготных смещений Пятна еще не изучены достаточно полно, хотя этим занимаются многие исследователи. Нетрудно сообразить, что смещение Пятна по долготе равносильно изменению его периода вращения. Такие изменения вполне произвольны: нерегулярные колебания периода накладываются на некоторый систематический ход, обнаруживающий хотя и не совсем четкую, но в общем хорошо заметную цикличность с периодом около 55 лет. К такому заключению пришли английский астроном А. Ленхем и чешские ученые Б. Полез-



ФОТОГРАФИИ ЮПИТЕРА в синих лучах: верхняя получена в 1964 г., нижняя — в 1967 г. Красное Пятно в верхней части диска планеты

ный и К. Будейовиц. Чехи отметили еще одну интересную особенность: нерегулярное увеличение периода вращения Красного Пятна происходит в моменты соединений Юпитера и Сатурна. Не исключено, что приливы в мантии Юпитера, вызванные притяжением Сатурна, влияют на скорость ее вращения.

Изучение Красного Пятна долгое время сводилось лишь к определениям его положения и размеров, а также к исследованиям смещения Пятна по долготе. Имеются качественные описания видимости, окраски Пятна и его взаимодействия с соседними облачными зонами. Но выяснение природы Красного Пятна невозможно без тщательного исследования его физических свойств, в частности, его температуры, спектра и различных оптических характеристик. Такие иссле-



**СОСТАВНЫЕ ФОТОГРАФИИ ЮПИТЕРА с Красным Пятном, иллюстрирующие различия цветовых оттенков на диске планеты: А — в красных лучах (Пятна не видно), Б — в синих (Пятно — самая заметная деталь на диске планеты)**

дования начали проводиться фактически только в последнее десятилетие.

Полученные в настоящее время наблюдательные данные еще далеко недостаточны для разработки физической теории Красного Пятна. Однако они позволяют уже сейчас ответить, по крайней мере, на один вопрос: существует ли принципиальное различие между веществом Пятна и веществом окружающего облачного слоя?

Цветные фотографии, а также снимки с различными светофильтрами и спектрограммы Юпитера подтверждают визуальные оценки цвета Красного Пятна, которое действительно имеет кирпично-красную или красно-оранжевую окраску. На фотографиях, сделанных в красных или инфракрасных лучах, Пятна не видно; зато в синих и фиолетовых лучах оно иногда наблюдается как самая темная деталь на диске Юпитера. В фиолетовых лучах его относительная яркость почти вдвое меньше яркости Южной тропической зоны. Спектральные наблюдения Красного Пятна, выполненные автором статьи в Астрофизическом институте АН КазССР, показывают, что контраст Пятна увеличивается в сторону коротких волн.

Цвет Красного Пятна в основном определяется тем, что поглощение солнечного света веществом Пятна минимально в красной части спектра и увеличивается по мере

продвижения к синему участку его. Самое сильное поглощение наблюдается в области спектра с длинами волн от 4200 до 3300 Å. В этом диапазоне относительная яркость Пятна остается почти постоянной, т. е. величина поглощения почти не меняется с длиной волны. Чем это вызвано? Пока трудно сказать. Возможно, между 4200 и 3300 Å находится максимум очень широкой полосы поглощения. Не исключено, что постоянство яркости в ультрафиолетовых лучах связано с влиянием слоя атмосферы над Пятном. Молекулярное рассеяние ультрафиолетового излучения даже в сравнительно прозрачной атмосфере довольно заметно. Вследствие этого значительная часть излучения отбрасывается атмосферой назад (к наблюдателю) и не поглощается веществом Пятна. На убывающую яркость самого Пятна накладывается возрастающая в области коротких волн яркость внешней атмосферы. Более вероятно, однако, что этот эффект вызывает не чисто газовая атмосфера над Красным Пятном, а взвешенные в ней очень мелкие частицы с размерами, приближающимися к длине световой волны.

Если бы указанная особенность спектра Пятна в ультрафиолетовой области была обусловлена тем, что толщина атмосферы над Пятном существенно больше, чем над окружающим облачным слоем, т. е. если бы

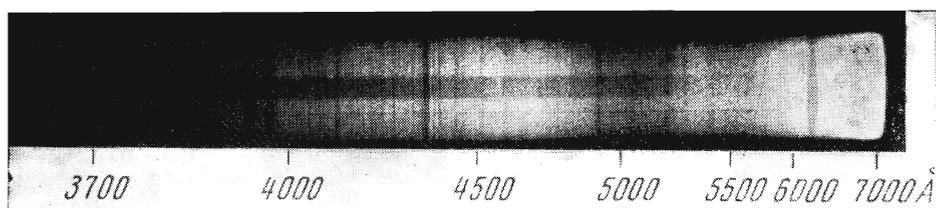
верхняя граница Пятна лежала ниже границы облаков, то интенсивность полос поглощения метана и аммиака в спектре Пятна была бы заметно больше, чем в спектре, например, Южной тропической зоны. В особенности это относится к аммиаку, концентрация которого с глубиной растет быстрее, чем концентрация метана. Проведенные автором измерения полос поглощения метана и аммиака в спектре Красного Пятна и соседних областей диска показали, что поглощение метана в Пятне приблизительно на 10% меньше (а не больше!), чем в Южной тропической зоне. Интенсивность полосы поглощения аммиака практически одинакова и в Пятне, и в зоне (разница всего на 5% в пределах ошибок измерений). В Лунно-планетной лаборатории Аризонского университета Д. Крукшенк, изучая инфракрасные спектры отдельных участков диска Юпитера в области длин волн 0,7—1,8 мк, нашел, что в Красном Пятне полосы аммиака ослаблены.

Расчеты показывают, что по всем этим наблюдениям верхняя граница Красного Пятна с точностью до 1—2 км должна совпадать с границей облачного слоя. Появление же в атмосфере над Пятном мелких частиц можно объяснить, например, следующим образом. Если облачный слой состоит из сконденсированного аммиака, то граница его — зона перехода аммиака от состояния насыщения к пересыщению, сопровождающемуся конденсацией газа. Даже при небольшом понижении температуры некоторое количество аммиака может сконденсироваться и над границей облаков, образуя аэрозольную дымку.

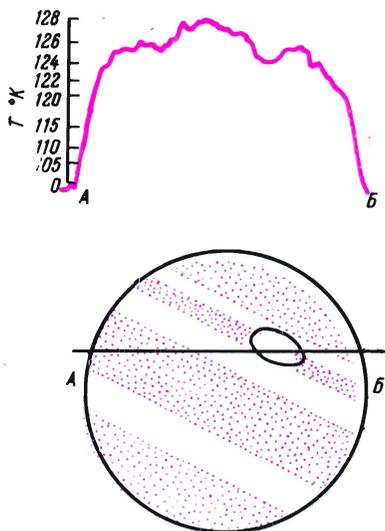
Действительно, американские астрофизики Б. Мюррей, Р. Уайлди и Д. Уэстфол

на обсерватории Маунт Паломар, исследуя распределение температуры по диску Юпитера путем измерения его теплового излучения в диапазоне 8—14 мк, обнаружили, что температура Красного Пятна на 1,5—2° К ниже температуры окружающей поверхности. Но этот результат относится не к самому Красному Пятну, а к уровню атмосферы, лежащему на несколько километров выше границы Пятна, так как из-за сильного поглощения аммиаком теплового излучения наружу в этих длинах волн выходит только излучение верхних слоев атмосферы, но не поверхности облаков. Если бы температура самого Красного Пятна была обусловлена только солнечной радиацией, поглощаемой веществом Пятна, то Красное Пятно было бы примерно на 10—15° К теплее окружающей поверхности. Но этого не наблюдается. Различие температур Пятна и соседних участков облачного слоя вряд ли превышает 2—3°.

О свойствах вещества Красного Пятна можно судить по изменению контраста Пятна относительно окружающей поверхности в то время, когда оно приближается к краю диска планеты. Согласно теоретическим расчетам наибольшее потемнение к краю видимого диска имеет планета, окруженная толстым облачным слоем, в котором излучение только рассеивается. Если же в облачном слое происходит и поглощение света (облака не абсолютно белые, а серые или окрашенные), то потемнение к краю будет меньшим. Следовательно, если на фоне светлых облаков наблюдается сильно окрашенная и кажущаяся более темной деталь, то с приближением к краю диска при вращении планеты яркость фона и яркость детали постепенно уравниваются. Де-



СПЕКТРОГРАММА ЮЖНОЙ ТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ с Красным Пятном (спектр Пятна — широкая более темная горизонтальная полоса). Заметно изменение контраста Пятна с длиной волны. В красных лучах, начиная примерно с длины волны 6000 Å, Пятно сливается с окружающей поверхностью планеты



**РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ** диска Юпитера (по линии А—В) на длинах волн 8—14 мк. Видно понижение температуры в области Красного Пятна (по Мюррею, Уайлди и Уэстфолу)

таль будет казаться все менее контрастной. Это наблюдается, например, у темных полос Юпитера, которые на самом краю диска почти исчезают, сливаясь со светлыми зонами.

По специально полученным в Астрофизическом институте АН КазССР фотоснимкам и спектрограммам Красного Пятна мы исследовали, как меняется контраст Пятна по сравнению с прилегающей светлой Южной тропической зоной при перемещении Пятна к краю диска. В целом изменение контраста оказалось очень близким к тому, что предсказывает теория, если считать, что Пятно — это газовой-аэрозольное (облачное) образование.

Контраст Пятна убывает с приближением к краю лишь немного быстрее, чем следует из теоретических расчетов. Это отклонение от теории может быть вызвано рассеянием света в атмосфере над Пятном, а также систематическими ошибками измерений вблизи самого края диска. Для твердой

же поверхности теоретические расчеты дают закон изменения контраста, совершенно не похожий на наблюдаемый.

Между прочим, отражательная способность темной полосы, наблюдавшейся на экваторе Юпитера в 1962 г., в области длин волн от 4500 до 6200 Å почти в точности совпадала с отражательной способностью Красного Пятна. Возможно, различие свойств Пятна и других деталей облачного покрова Юпитера не имеет принципиального характера. Наблюдения показывают, что вещество Пятна рассеивает свет примерно так же, как и облачный слой.

Что касается краски Пятна, то причины, вызывающие ее появление, вряд ли отличаются от тех, которые обуславливают окраску облачных полос. Может быть, цвет Пятна зависит от температуры: некоторые химические соединения резко меняют окраску при небольших изменениях температуры. Но тогда вещество облаков и Красного Пятна должно находиться в своеобразном критическом состоянии, при котором даже небольшие изменения температуры, связанные, по-видимому, в основном с выносом нагретых газовых масс из глубинных слоев, могут привести к появлению той или иной окраски облачных частиц. Возможно, изменения температуры вызваны изменениями скорости вращения отдельных облачных зон. При этом ослабляется или усиливается трение между соприкасающимися слоями, имеющими разную скорость. На изменение температуры может оказывать влияние и трение в результате вихревых движений внутри Пятна.

С другой стороны, окраску Пятна можно объяснить выносом на поверхность облачного слоя окрашенного вещества из более глубоких зон атмосферы. Так, американский химик Ф. Райс предполагает, что появление Красного Пятна связано с выносом на поверхность полимера ацетиленового, образующегося при облучении метана коротковолновой радиацией или при сильных электрических разрядах.

Пока все эти предположения имеют только характер догадок. Необходимы дальнейшие исследования динамических и физических особенностей Красного Пятна и других образований в атмосфере Юпитера. Только обширные и разносторонние наблюдения Красного Пятна позволят приблизиться к пониманию его природы.

# ЧЕЛОВЕК ПРОНИКАЕТ В МОРСКИЕ ГЛУБИНЫ

П. А. БОРОВИКОВ

В. П. БРОВКО

П. А. КАПЛИН

кандидат географических наук

**Богатства морей и океанов мало доступны человеку. Однако совершенствование техники и методов подводных исследований уже сейчас позволяет ему все дальше проникать в морские глубины и находиться под водой в течение многих дней.**

Мировой океан — новый для нас мир, и чтобы двери этой гигантской природной кладовой распахнулись настежь, людям еще многое надо узнать о том, что происходит на его поверхности, в толще вод и на громадных пространствах морского дна. Надо научиться не только регистрировать, наблюдать и объяснять, надо научиться по-хозяйски осваивать его ресурсы, научиться работать в океане так же продуктивно, как мы умеем делать это на суше.

Почти все работы в океане сейчас выполняются с поверхности воды. Ученые-океанологи плавают на судах, опуская в море приборы; рыбаки забрасывают сети, едва ли не наощупь отыскивая в глубинах рыбу; нефтяники шагают по морскому дну на вышках-ходулях; «горняки» черпают открытые донные рудные россыпи драгами. Возможности подобных методов работы очень ограничены.

Современная техника предоставила человеку «длинные руки» и «искусственные глаза» — дистанционноуправляемые подводные манипуляторы и телевизионные установки. Уже создано несколько самоходных телеуправляемых автоматов — своеобразных подводных роботов, способных выполнять на дне и в толще воды простейшую работу. Создаются автоматические исследовательские устройства, способные собирать, накапливать

и передавать большое количество ценной научной информации. Подводная автоматика, безусловно, будет развиваться и впредь. Но никакие автоматы не в состоянии полностью заменить под водой человека. Без его умелых рук, без его способности быстро ориентироваться в трудных ситуациях, видеть и понимать те неожиданные явления, на которые не запрограммированы автоматы, — без присутствия человека в морских глубинах не обойтись.

## ВОДОЛАЗ ИЛИ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ?

Толщу вод Мирового океана можно условно разделить на две зоны: верхнюю — в нее человек проникает в водолазном снаряжении — и зону больших глубин, где необходимы подводные аппараты. Прочный корпус таких аппаратов предохраняет экипаж и оборудование от воздействия забортного давления.

Где же проходит граница между этими зонами? Абсолютный предел погружения водолаза еще не известен. Максимальная глубина погружения определяется степенью технической оснащенности и уровнем знаний в области физиологии человеческого организма. В 1956 г. рекордным было погружение на 183 м, в 1962 г. — на 305 м, а недав-

ние опыты в барокамерах, проведенные французскими учеными-физиологами, показали, что организм некоторых млекопитающих (например, коз) способен выдержать давление, соответствующее глубине погружения 540 м! Возможно, и человек сможет погрузиться на полукилометровую глубину! Высказывается предположение, что абсолютный предел погружения человека-водолаза под воду составляет около 1000 м. Насколько это мнение соответствует действительности — покажет будущее.

Что же касается возможностей подводных аппаратов, то с тех пор как батискаф «Триест» в 1960 г. опустился на дно котловины Челленджер (10 910 м), можно считать, что в Мировом океане больше не существует недоступных глубин.

Однако в верхней, «водолазной» зоне океана может успешно действовать флот исследовательских и рабочих аппаратов. Обитатели подводных аппаратов находятся в условиях, практически не отличающихся от условий на поверхности. Поэтому в составе экипажей могут быть специалисты самых различных профилей, так как от них не требуется водолазной подготовки. Организм же водолаза испытывает под водой значительную перегрузку, что предъявляет повышенные требования к его здоровью. Труд водолаза невозможен без длительной и сложной профессиональной подготовки.

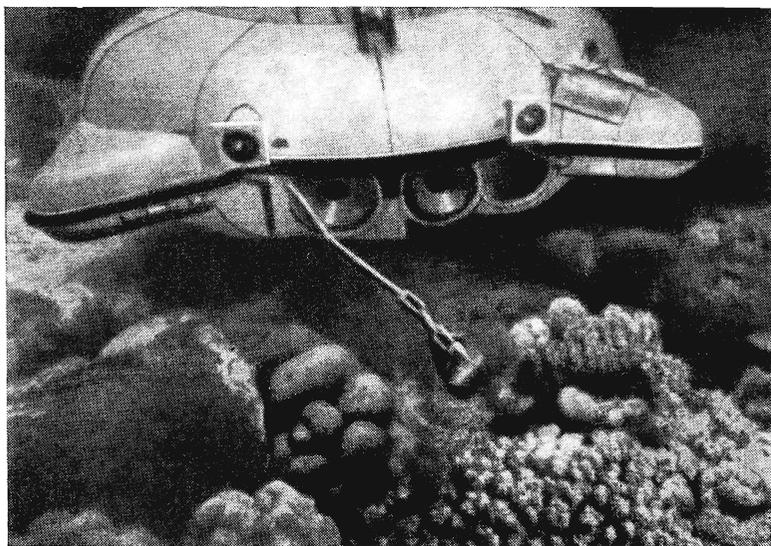
По сравнению с экипажем подводного ап-

парата водолаз обладает весьма существенным преимуществом — у него непосредственный контакт с объектом работы или исследования, тогда как оператор в подводном аппарате отделен от окружающей среды броней прочного корпуса и может наблюдать только через иллюминаторы или на экранах телевизионных установок, работать с помощью манипуляторов, а передвигаться — только вместе с массивным подводным аппаратом.

Очевидно, одни задачи требуют присутствия водолаза, а другие — могут решаться с помощью подводных аппаратов. Водолаз и подводный аппарат не подменяют, а дополняют друг друга.

### ШТУРМ «БАРЬЕРОВ»

В конце XIX в., когда технические средства позволили превысить 10—15-метровый рубеж, у водолазов стали наблюдаться случаи декомпрессионной (кессонной) болезни. Многолетние работы физиологов раскрыли механизм заболевания. Оказалось, что азот, растворившийся в избытке при повышенном давлении в тканях тела, во время чрезмерно быстрого всплытия выделяется в виде газовых пузырьков. Эти пузырьки током крови разносятся по организму и могут вызвать закупорку кровеносных сосудов, что приводит к потере трудоспособности или даже к смерти. Физиологам удалось разра-



ОТДЕЛЕННЫЙ ОТ ВНЕШНЕГО мира прочным корпусом, наблюдатель французского подводного аппарата «SP-300» берет с помощью «механической руки» образец со дна

ботать эффективное средство профилактики — соблюдение режимов декомпрессии, регулирующих допустимую скорость подъема водолаза в соответствии с условиями погружения, и составить специальные декомпрессионные таблицы.

Эти работы помогли быстро увеличить глубину погружений, но, начиная с 60—80 м, водолазов ожидал новый враг — «азотное опьянение», вызываемое, как полагают (хотя это мнение и оспаривается некоторыми учеными), токсичностью азота при его высоком парциальном давлении. Еще в начале XX в. была высказана идея замены азота воздуха каким-либо иным, более безопасным под давлением газом, например гелием. Но только в 40—50 годах, когда гелий стал достаточно дешев, искусственные дыхательные смеси стали широко внедряться в практику водолазных работ. Водолазы перешагнули 100-метровый рубеж.

Но не только сжатый азот отравляет организм; при больших парциальных давлениях кислород также проявляет токсические свойства. Поиски «противоядия» привели к использованию искусственных дыхательных смесей с пониженным содержанием кислорода (например, французский газовый «коктейль» — 98% гелия и 2% кислорода, пригодный для дыхания на глубинах свыше 100 м). Используя обедненную кислородом дыхательную смесь, Г. Келлер (Швейцария) погрузился на глубину 305 м. Это достижение и поныне остается рекордным.

А что дальше? Какие новые препятствия ждут человека на глубинах 400, 500 м? Пока этого никто не знает. Однако погружения на глубину 180—200 м уже стали привычными для водолазов-глубоководников.

Так в трудной и длительной борьбе отступает первый барьер, воздвигнутый природой на пути водолазов, — барьер глубины. Но погрузиться на сотни метров оказывается еще не самое трудное, гораздо сложнее быстро и благополучно вернуться на поверхность. Английский водолаз Дж. Вуки в 1956 г. погрузился на 183 м и после пятиминутного пребывания на глубине вынужден был подниматься в течение 12 часов!

Соблюдение режима длительной декомпрессии спасает водолаза от кессонной болезни, но одновременно и закрывает путь в глубины. Даже кратковременное пребывание на большой глубине неизбежно завершается долгими часами подъема. Такова суть «барь-

ера времени» — главного препятствия для продолжительных работ водолазов-глубоководников.

## ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ «БАРЬЕРА ВРЕМЕНИ»

Как уменьшить долю периода декомпрессии в общем времени пребывания под водой? Исследователи многих стран работают над проблемой увеличения эффективности использования рабочего времени водолаза-глубоководника. Проблема решается по-разному.

Уменьшить время декомпрессии можно за счет соответствующего подбора состава дыхательной смеси и использования оптимального режима подъема. Г. Келлер применил способ ускоренной декомпрессии, основанный на определенном чередовании компонентов искусственных дыхательных смесей, в которых кислород на разной глубине разбавлялся в нужном соотношении газами: азотом, неоном, гелием, водородом и др.

В этом же направлении ведутся исследования многих зарубежных фирм, специализирующихся на водолазных работах в коммерческих целях. Например, французская фирма «Комекс» объявила, что надеется довести время декомпрессии до 4—5 часов после 1 часа работы на глубине 100 м или 15 минут работы на глубине 200 м. Такие перспективы, однако, свидетельствуют об ограниченных возможностях этого способа.

В основу второго пути положен принцип — все рабочее время водолаза (т. е. все время пребывания под водой) должно целиком затрачиваться на выполнение полезной работы; необходимая же декомпрессия должна производиться не во время подъема на поверхность, а во время отдыха на борту обеспечивающего судна — в просторной комфортабельно оборудованной палубной барокамере.

Для осуществления таких погружений необходима барокамера-лифт, которая могла бы транспортировать водолазов с поверхности на рабочий горизонт и обратно. Водолазы размещаются в ней, когда она находится на поверхности, и задраивают люки. Давление в камере увеличивается, и с помощью троса ее опускают к месту работ. Благодаря тому, что давление внутри и снаружи камеры одинаково, водолазы могут открыть донный люк, беспрепятственно покинуть ее и вернуться. В камере, как и в водолазном ко-

локоле, сохраняется газовая атмосфера, а вода давлением атмосферы удерживается у кромки люка. По окончании работ или при возникновении аварийной ситуации водолазы входят в камеру и задраивают люк. Камера быстро поднимается на поверхность и пристыковывается к палубной барокамере, в которую переходит экипаж для декомпрессии и отдыха. Прочность корпуса погружаемой барокамеры-лифта гарантирует быструю доставку водолаза с рабочего горизонта на по-

верхность без какого-либо изменения давления внутри камеры.

Используя погружаемую барокамеру, английские водолазы в 1965 г. провели 18 экспериментальных спусков на глубину 183 м, где каждый из них работал не менее часа.

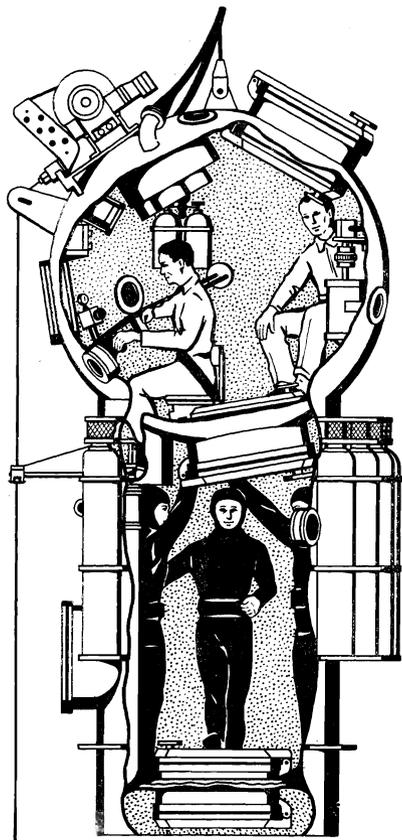
Третий путь преодоления барьера времени предусматривает наиболее кардинальное решение вопроса. При переходе водолаза с рабочего горизонта на поверхность декомпрессия необходима. Но нужен ли переход? Нельзя ли предоставить водолазу возможность отдыхать от смены до смены в комфортабельном убежище — в подводном доме, установленном на дне, возле рабочего места? Давление искусственной атмосферы внутри подводного жилища равно давлению окружающей воды, поэтому при возвращении водолаза в дом вообще отпадает необходимость какой бы то ни было декомпрессии. Лишь по окончании всей работы на дне (или при смене экипажа) водолазы доставляются на поверхность, проходя декомпрессию всего один раз.

Подводные поселения стали реальностью после проведения американскими физиологами исследовательской программы «Генезис». В результате нескольких серий экспериментов с животными и людьми было установлено, что длительное пребывание человека в условиях искусственной атмосферы и повышенного давления не сказывается на его здоровье. Оказалось также, что после суточного пребывания в сжатой атмосфере организм водолаза полностью насыщается инертным газом, и длительность необходимой декомпрессии при переходе к нормальным условиям не зависит более от того, сколько времени (сутки, неделю или месяц) человек находился в условиях повышенного давления.

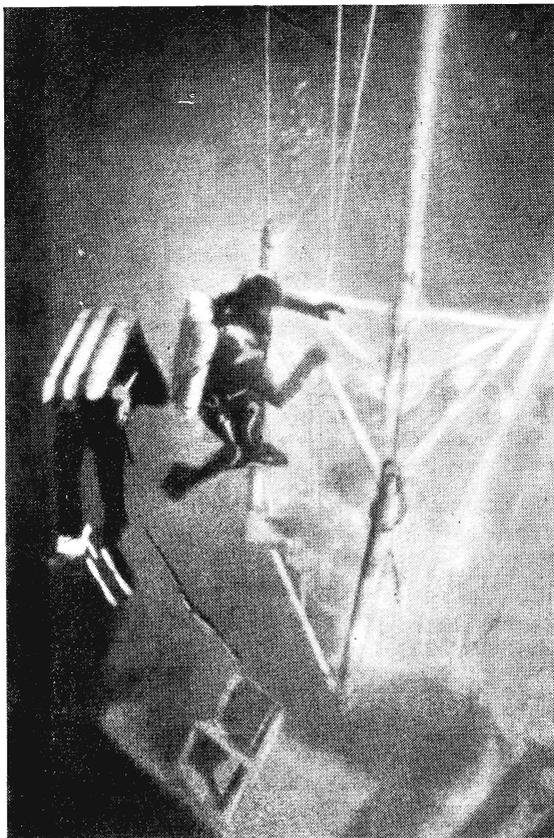
Открытие «эффекта насыщения» сыграло поистине революционизирующую роль в развитии методов водолазных работ. Человек получил возможность работать и жить под водой столько, сколько нужно для выполнения всей намеченной работы.

В последние годы было проведено более десяти погружений, при которых применялся «эффект насыщения» (на глубинах от 10 м в 1962 г. до 132 м в 1964 г.).

Экспериментам в море предшествуют исследования в специальных барокамерах. Испытатели в барокамерах достигли выдающихся результатов: в 1967 г. два человека



**ПРОЕКТ** английской погружаемой барокамеры с рабочей глубиной до 180 м. Находясь в верхнем сферическом отсеке при нормальном давлении, два человека обслуживают системы камеры и руководят работой водолазов. Три водолаза в нижнем отсеке могут выйти в воду через донный люк (предварительно давление дыхательной смеси в отсеке уравнивается с заборным давлением)



**АКВАНАВТЫ ФРАНЦУЗСКОГО ПОДВОДНОГО ДОМА «Преконтинент-III», работа на глубине 100—110 м по 3,5 часа в день в течение трех недель, выполнили сложные работы на макете оборудования нефтяной подводной скважины**

прожили более четырех суток под давлением, соответствующем глубине 270 м!

Уже первые опыты с подводными домами продемонстрировали резкое увеличение эффективности труда водолаза.

Экипажи подводных домов выполняли самые различные задания: пробный монтаж и ремонт действующих макетов оборудования подводных нефтяных скважин; монтажно-строительные работы; испытания новой водолазной техники; аварийно-спасательные работы; систематическое изучение физических явлений в океане, жизни его обитателей, геологии морского дна в районе постановки и прочие научные исследования. По свидетельству американских специалистов, эффективность труда акванавта, работающе-

го на глубине около 60 м, почти в тридцать раз выше, чем у водолаза, погружающегося с поверхности.

Сравнительно недавно в практику водолазных работ был внедрен еще один метод, сочетающий преимущества «эффекта насыщения» с использованием комплекса оборудования, состоящего из погружаемых и надводных барокамер. Водолазы, доставленные в погружаемой барокамере-лифте с рабочего горизонта на поверхность, переходят в надводную камеру не для прохождения декомпрессии, а только для отдыха. Надводная барокамера в этом случае заменяет подводный дом: в ней сохраняется давление рабочего горизонта в течение всего периода работ. Этот метод был опробован во время ремонта водозаборных устройств высотной плотины ГЭС на реке Роанок в районе Апалачей (США). Две бригады водолазов из четырех человек, сменяясь каждую неделю, работали более 800 человеко-часов в течение нескольких месяцев. Каждый водолаз на глубине 60 м работал не менее четырех часов в день, а остальное время отдыхал в надводной камере, находясь под давлением 7 атм. В настоящее время этот метод широко используется на морских нефтепромыслах Мексиканского залива.

## **СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА СМОЖЕТ УСТРАНИТЬ ВСЕ «БАРЬЕРЫ»**

Для того чтобы человек мог жить и трудиться под водой, необходимы различные технические средства: дыхательная аппаратура, гидрокостюмы, осветительные и переговорные устройства, гидролокаторы, транспортные средства и т. п. Очень большие трудности возникают, например, при разработке дыхательной аппаратуры. Источник получения достаточного количества компонентов дыхательной смеси, способ отведения вредных продуктов дыхания, средства поддержания нужного состава смеси, контроль за работой аппаратуры, проблема надежности — таков круг основных вопросов, решение которых тем сложнее, чем глубже и дольше работает водолаз.

Наибольшее распространение имеют дыхательные аппараты, подающие водолазу готовую смесь по шлангам из емкостей, установленных на поверхности, в подводном доме, в погружаемой барокамере. В целях

экономии газа эти аппараты работают, как правило, по замкнутому циклу, т. е. отработанная смесь после соответствующей очистки и обогащения кислородом вновь и вновь подается водолазу.

С глубиной требования к тщательности очистки смеси от вредных примесей возрастают, поскольку их токсичность пропорциональна парциальному давлению. Это заставляет отыскивать новые химические средства очистки или даже новые способы, например, способ вымораживания примесей, использованный при проведении эксперимента «Прекоинтент-III».

Шланговые аппараты неудобны в обращении и даже потенциально опасны из-за возможного запутывания или повреждения шлангов. Поэтому большое внимание сейчас уделяется разработке глубоководных автономных дыхательных аппаратов. Существующие образцы, например американский аппарат «Мк-VI» с полузамкнутым циклом дыхания, не отличаются пока большой надежностью.

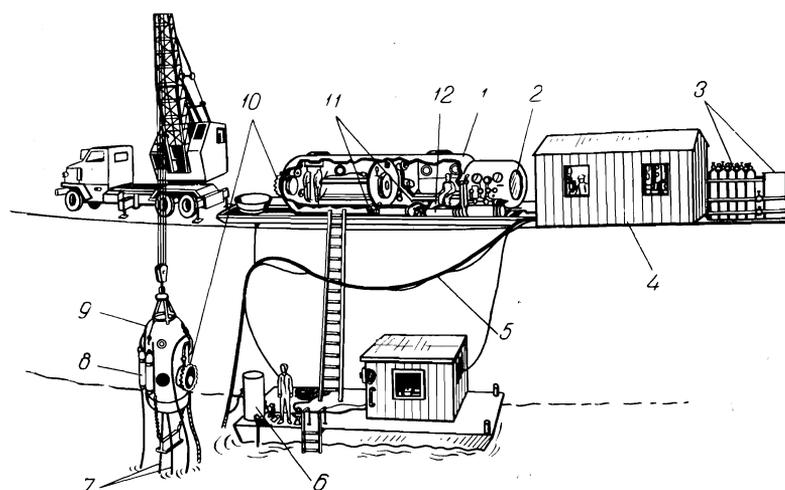
Чрезвычайно важен вопрос точности дозирования смеси в дыхательных аппаратах, так как при достаточно длительном пребывании на глубинах в сотни метров кислород должен составлять лишь проценты и доли процентов от общего количества дыхательной смеси (даже небольшое нарушение нужного соотношения компонентов может быть смертельно опасным). Поддержание точного состава смеси немыслимо без специальных следящих электронных устройств, автоматиче-

чески дозирующих поступление кислорода. Такие устройства уже разработаны и испытаны (например, аппаратура конструкции американского инженера А. Красберга).

Вспомогательное оборудование — погружаемые и жилые барокамеры, подводные убежища — имеет большое значение для водолазов. Подводный дом, например, должен быть комфортабельным, просторным и безопасным жилищем. В доме нужно создать такие условия, в которых экипаж мог бы получить полноценный отдых после тяжелой работы.

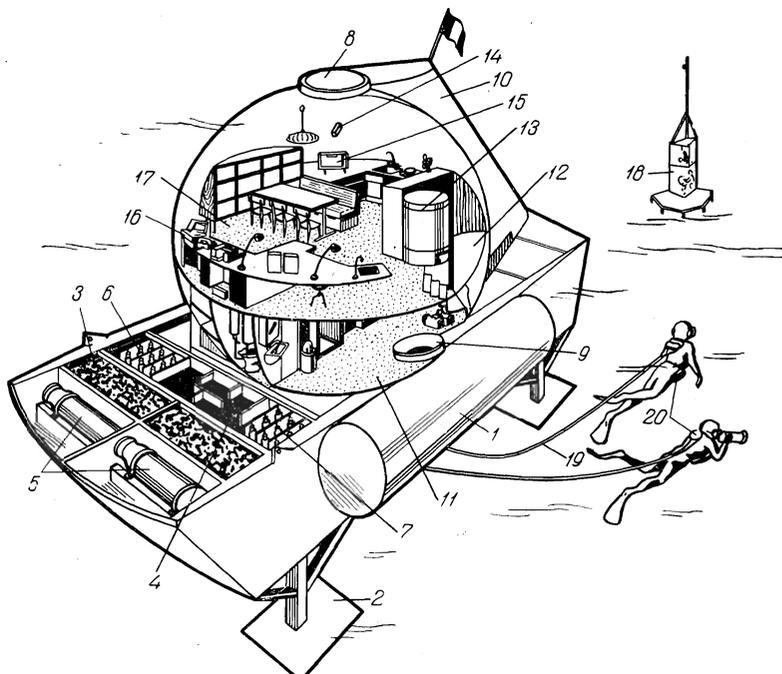
Все построенные на сегодняшний день подводные дома — стационарные несамоходные сооружения, которые транспортируются с помощью обеспечивающих судов и их грузоподъемных средств. Эти суда или береговые базы снабжают подводные дома электроэнергией, пресной водой, компонентами дыхательной смеси, пищей. Поэтому для экипажа подводного дома всегда существует постоянная угроза лишиться всего необходимого в случае повреждения коммуникаций «поверхность — дно» во время шторма.

В дальнейшем подводные дома будут приобретать большую независимость от надводных и береговых баз. Для решения проблемы автономности необходимо искать новые источники снабжения подводного дома энергией, пресной водой, дыхательной смесью. Ядерная энергия — таково, по-видимому, будет наилучшее решение этой проблемы. Портативная атомная установка сможет вырабатывать энергию для освещения



**СХЕМА** водолазного комплекса «Кашалот» (США): 1 — палубная жилая барокамера; 2 — входной люк; 3 — запасы дыхательной смеси и система ее подачи водолазам; 4 — пост управления и контроля; 5 — кабели электроэнергии и связи; 6 — подогреватель воды для обогрева водолазных костюмов; 7 — шланги дыхательной смеси; 8 — баллоны с газовой смесью для дыхания водолазов в погружаемой барокамере и в воде; 9 — погружаемая барокамера; 10 — стыковочные фланцы; 11 — поглотители  $\text{CO}_2$ ; 12 — аварийные запасы дыхательной смеси

**РАЗРЕЗ** французского подводного дома «Преко́нтинент-III»: 1 — водяной балласт; 2 — опоры для установки базы на грунт; 3 — постоянный твердый балласт; 4 — переменный твердый балласт; 5 — баллон со сжатым воздухом для продувки балластных цистерн; 6, 7 — баллоны с компонентами дыхательной смеси; 8 — верхний люк; 9 — выходная шахта; 10 — обтекатель; 11 — водолазный отсек; 12 — криогенератор; 13 — система регулирования состава дыхательной смеси; 14 — передающая телевизионная камера; 15 — камбуз; 16 — пост управления; 17 — кают-компания; 18 — макет оборудования нефтяной скважины; 19 — шланги дыхательной смеси; 20 — работающие водолазы



и обогрева дома, для очистки или возобновления запасов пресной воды, для получения кислорода из морской воды и т. д.

Подводные дома, обладающие собственным источником энергии, станут своеобразными подводными лодками. Они будут самостоятельно передвигаться, погружаться, становиться на грунт, всплывать и уходить на базу по окончании работ.

## ЧЕЛОВЕК В БРОНЕ

Как бы ни были совершенны методы спусков и водолазное снаряжение, на большую часть Мирового океана, по-видимому, никогда не ступит нога человека. Только прочный корпус подводного аппарата, защищающий человека от давления воды, сможет сделать доступной любую точку океана.

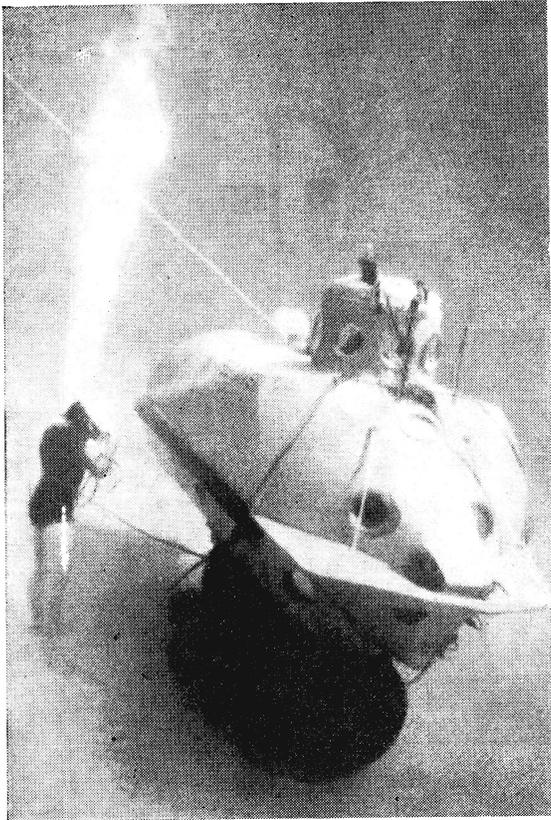
Еще до недавнего времени гидростаты — наблюдательные камеры, опускаемые на тросе с борта обеспечивающего судна, были практически единственным средством исследования на глубинах, не доступных водолазам. Но, будучи привязными аппаратами, они обладают весьма существенными недостатками. Выбор объекта наблюдений в значительной степени случаен, так как гидростат лишен возможности передвижения;

глубина погружения ограничена прочностью троса: при качке судна неизбежны рывки, особенно опасные во время наблюдений в придонном слое. Только автономные и самоходные аппараты помогут человеку всесторонне изучить и освоить Мировой океан во всей толще его вод.

Подводные аппараты классифицируются, главным образом, по глубине погружения. Более двух десятков аппаратов имеют предел погружения менее 600 м; несколько аппаратов способны погружаться на различные глубины в пределах от 600 до 6000 м, и только два могли бы осуществить погружение на 11 000 м — предельную глубину океана. Такое распределение показывает, что первостепенный интерес представляют для человечества малые глубины: континентальный шельф и начало материкового склона — наиболее изученные и перспективные для освоения районы Мирового океана. Интерес же к большим — абиссальным и предельным — глубинам пока что чисто теоретический, научный.

## ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ-ГИБРИДЫ

Итак, рабочий диапазон большинства подводных аппаратов совпадает с диапазоном рабочих глубин водолазов. Выше уже



**АППАРАТ-ГИБРИД** — самоходная подводная база «Дип Дайвер» (США). Два члена экипажа находятся в носовом отсеке под нормальным давлением и управляют аппаратом. Двое других, находящихся в водолазном отсеке, могут выходить в воду, пользуясь дыхательной смесью и электроэнергией с борта «Дип Дайвер»

отмечалось, что водолаз и мелководный подводный аппарат — не соперники: они не конкурируют, а взаимно дополняют друг друга.

В последние годы появилось несколько подводных аппаратов-гибридов, транспортирующих не только обычный экипаж, но и группу водолазов в специальном отсеке, давление в котором регулируется и может быть уравнено с забортным. Обследование заданных районов и поиск интересных объектов проводится, как и в обычном подводном аппарате, а для детальных работ и непосредственных исследований из аппарата выходят водолазы.

Подводные аппараты с водолазным отсеком можно рассматривать как промежуточ-

ное звено между стационарной подводной базой и обычным исследовательским аппаратом, сочетающее в себе достоинства обоих методов проникновения человека в морские глубины. Эти аппараты еще не вышли из стадии испытания, но, по-видимому, они будут широко применяться.

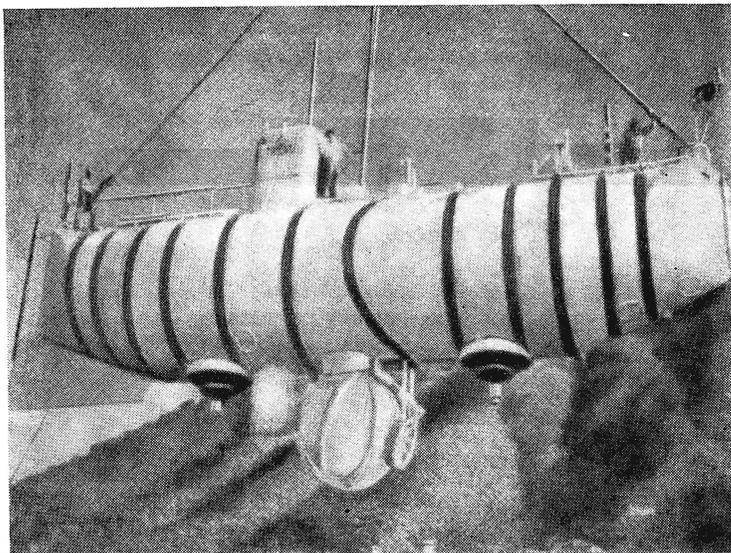
## **КАКИМИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ?**

Для того чтобы противостоять давлению воды на рабочей глубине, корпус аппарата должен быть достаточно прочным и герметичным. Это условие — главное при выборе его формы, конструкции и материала, из которого он изготавливается. Прочный корпус должен иметь достаточный объем для удобного размещения экипажа и оборудования. В то же время вес корпуса и всех элементов конструкции аппарата должен быть численно равен суммарному объемному водоизмещению (так формулируется условие нейтральной плавучести аппарата). При современном состоянии технологии металлов и неметаллических материалов это условие удается пока удовлетворить лишь до глубин 3—4 км. Прочный же корпус, предназначенный для погружения на большие глубины, получается слишком тяжелым, и его избыточная отрицательная плавучесть компенсируется включением в конструкцию аппарата плавучих элементов. Например, в современных батискафах используются поплавки, наполненные бензином. Усиленно ведутся поиски более подходящих, чем бензин, плавучих наполнителей: твердых, малосжимаемых при давлении и охлаждении, безопасных в пожарном отношении.

Много трудностей и в энергоснабжении подводных аппаратов. Существующие электрические аккумуляторы обладают слишком низкой энергоемкостью; атомные установки пока еще слишком дороги, сложны и требуют мощной биологической защиты. Как полагают, на подводных аппаратах будущего найдут широкое применение устройства, непосредственно преобразующие энергию химического топлива в электрическую — топливные элементы.

Не менее сложно решить проблему подводной навигации и связи. Трудно использовать наблюдения, полученные аппаратом, местонахождение которого определено не точно; труден поиск объектов и совершенно

**БАТИСКАФ «ТРИЕСТ» во время спуска на воду. Видны поплавок и гондола — основные части любого аппарата предельных глубин**



невозможно строгое картирование дна. Устойчивая связь с поверхностью необходима и для обеспечения безопасности экипажа. Морская вода непрозрачна для радиоволн, поэтому подводная связь может осуществляться только гидроакустической аппаратурой. Море сильно поглощает свет: видимость даже в идеально чистой и хорошо освещенной воде не превышает нескольких десятков метров. Поэтому на борту подводного аппарата должна находиться гидролокационная аппаратура для удобства и безопасности управления, а также для поиска и опознавания объектов вне пределов видимости.

Подводный аппарат оснащают измерительной аппаратурой, осветительными системами, кинофотоустановками и аппаратурой звукозаписи, устройствами для взятия проб воды и грунта, дистанционно управляемыми манипуляторами. Наблюдать можно через иллюминаторы телевизионных установок, а в будущем и аппаратурой звуковидения.

Подводный аппарат должен обладать достаточной скоростью движения, хорошей маневренностью в вертикальном и горизонтальном направлениях; должен висеть в заданном положении над определенной точкой на грунте; дрейфовать по течению, оставаясь неподвижным относительно воды, и т. д.

Чрезвычайно важен вопрос о степени автономности подводного аппарата. Сейчас пристально изучаются три возможных решения. Первое — создание аппаратов большого

водоизмещения с хорошей мореходностью, большой дальностью надводного и подводного плавания, без кораблей обеспечения в районе погружения, т. е. во многом схожих с современными подводными лодками. Второе — создание аппаратов малого водоизмещения с ограниченной автономностью и посредственными мореходными качествами, транспортируемых на борту экспедиционного судна. Наконец, третье решение — создание единого комплекса: подводный аппарат с ограниченной автономностью и специализированное судно-база, где производится техническое обслуживание аппарата.

## **ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОД ВОДОЙ**

Трудно предугадать, какие научные открытия принесут нам подводные исследования в океане. Пока такие исследования носят в основном методический характер. Во время экспериментов по длительному пребыванию человека под водой главная исследовательская работа велась в области физиологии. Программы океанологических работ были весьма ограничены. Из подводной лаборатории «Силэб-II» проводились измерения придонных течений, топографические работы, наблюдения за перемещением песчаных наносов на дне. Изучалось поведение рыб, исследовался состав газа в их плава-

тельных пузырях и давление крови в зависимости от глубины. Исследовательские работы также проводились сотрудниками Ж. И. Кусто из подводных лабораторий «Прекоинтент-II» и «Прекоинтент-III».

В будущем, когда постройка подводных лабораторий на дне станет привычным делом, океанологические исследования будут главной задачей экипажа. Океанологи смогут проводить длительные наблюдения (геологические, биологические, физические и др.); можно будет не только наблюдать, но и проводить эксперименты в разных условиях, устанавливать приборы любого размера и веса. А в толще воды и у дна, т. е. на больших глубинах будут эффективны самоходные подводные аппараты. Многого можно ожидать от предстоящего дрейфа подводной

лодки «РХ-15» по Гольфстриму на глубине 300 м. (Предполагается, что в экспедиции под руководством Жака Пиккара примут участие 5—6 человек.)

Очень важные исследования проводятся с подводных лодок в области гидрологии, биологии, морской геологии. Например, с исследовательской лодки группы Кусто SP-300 впервые удалось наблюдать огромные оползни, изучить рельеф подводных каньонов, произвести съемки больших участков сложного по строению дна.

Растет флот исследовательских аппаратов, увеличивается число подводных лабораторий. Дополняя друг друга, эти средства подводных исследований позволят ученым в ближайшие десятилетия сделать доступными человеку богатства океанов.

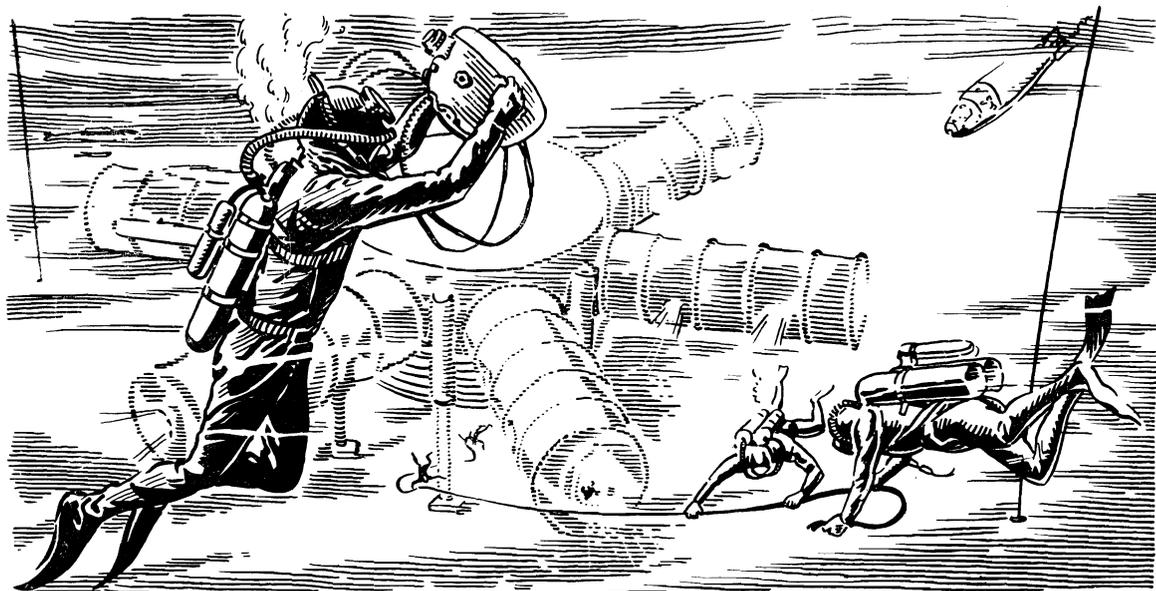


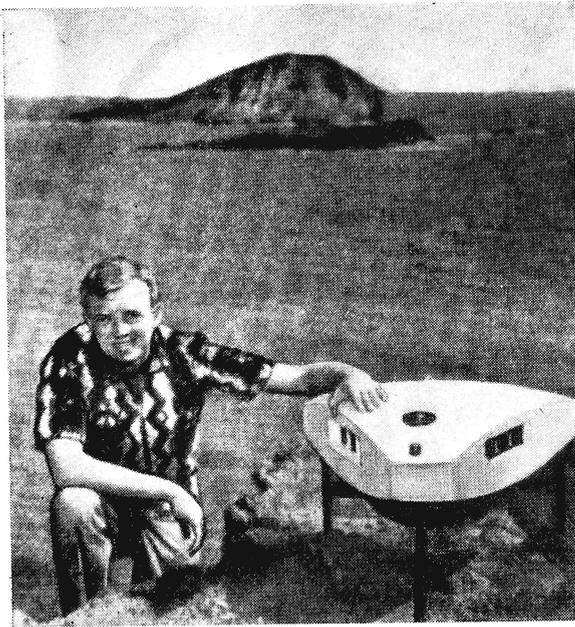
## ПОДВОДНЫЕ ДОМА

Не позднее 1970 г. океанографы США получат обсерваторию «Сиксэб», действующую круглый год.

Она возникнет на континентальном шельфе на глубине примерно 200 м. Форма этой станции на-

поминает спрута, щупальцы которого распластываются по дну океана.





По американскому проекту «Макай» в прибрежных водах острова Оаху на Гавайях, недалеко от Гонолулу, должны обосноваться сразу два домика. Они войдут в хозяйство одного из крупнейших в США океанографических центров.

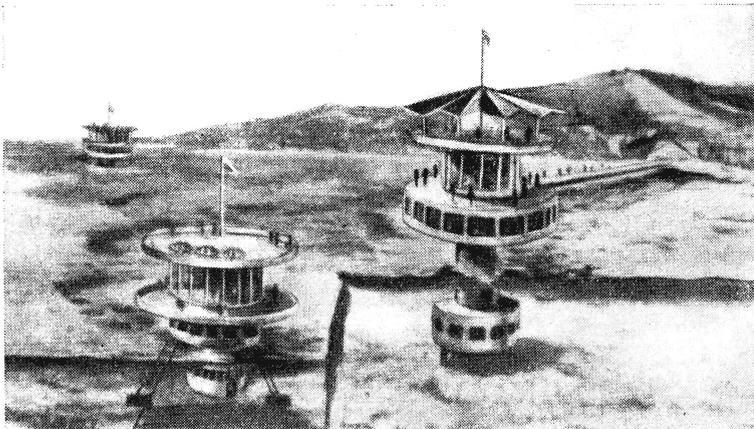
Первый одноэтажный домик должен быть сделан в виде трехгранной призмы. Его поставят на глубине 20 м у мыса Макапуу. Там же, но уже на 60-метровой глубине, должна возникнуть и вторая подводная станция — дом-шар диаметром 5,5 м, несколько похожий на «Преконтинент-III» (подводный «отель» Ж.-И. Кусто, воздвигнутый у мыса Кап-Ферра). Этот дом при желании можно будет опустить и на большую глубину.

За подводными жилищами будут наблюдать с берега. Отсюда их будут снабжать пресной водой, искусственной газовой смесью для дыхания, электроэнергией. Наладят связь для двухсторонних переговоров.

Несколько оригинальных морских станций-башен построила японская фирма в Хитаси. Верхняя часть обсерваторий в виде овальной трехъярусной палубы возвышается над водой. Чтобы попасть в морской мир, надо сесть в лифт и по вертикальной шахте спуститься в подводный холл с окнами. Этот оригинальный акваскоп — «глаз в океан», подобно мезоскафу «Огюст Пикар», курсировавшему в глубинах Женевского озера, обслуживает туристов. Наверху башен размещается прогулочная терраса, ресторан.

Конструкция крепится на якорях и легко буксируется с одного места на другое. Такой «грибок», несомненно, сослужит добрую службу и для океанографов.

**В. Г. САМАРИН**  
**А. А. ЧЕРНОВ**



## НОВАЯ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

В сентябре 1967 г. вступила в строй сейсмологическая обсерватория Палмер на Аляске. По телеграфу она связывается с Международным центром информации о цунами в Гонолулу и со всеми аналогичными станциями, расположенными в районе Тихого оке-

ана. Новая обсерватория стала центром Аляскинской системы предупреждения о волнах цунами.

«Geotimes», 12, 8, 1967, 25.

## ИЗМЕНЯЕТСЯ ЛИ КЛИМАТ?

В 20—30-е годы XX в. отмечалось заметное потепление клима-

та, а с 1950 г., по свидетельству Джеймса П. Лоджа — сотрудника Национального центра атмосферных исследований США в Боулдере, средняя температура земной атмосферы понизилась на 0,3°С. Дж. П. Лодж предполагает, что это явление обусловлено искусственным загрязнением атмосферы.

«Science News», 92, 14, 1967, 332.



## ЗАГАДКА АНТАРКТИЧЕСКИХ ОАЗИСОВ

Заброшенные, холодные и безмолвные пустынные долины Антарктики с многочисленными останками тюленей, погибших тысячелетия назад, с причудливыми скалами, с редкими озерами и окружающими их языками полярных ледников — до сих пор представляют загадку для ученых. Лучше всего исследованы «сухие» долины или «пустыни» оазиса Мак-Мёрдо, занимающие площадь в несколько тысяч квадратных километров. Они называются «сухими», потому что свободны от снега и летом, и зимой. Как образовались эти долины? Как они выглядели, когда здесь кипела жизнь?

Во многих изолированных антарктических долинах встречаются озера, которые почти всегда покрыты многометровым льдом. Однако измерения показывают, что температура воды у дна этих озер (на глубине 30—60 м) достигает +22°C. Летом разница между температурой воздуха и воды в озерах составляет 30—40°C, а зимой 65—100°C. Механизм подобного теплового баланса не ясен.

Необычны сухие долины Тейлора и Райта, вблизи которых, среди голых скал, будет создана (в Марбл-Пойнт) новая американская антарктическая база. Место, выбранное для базы, представляет большой научный

интерес: в долину Тейлора вливается глетчер Тейлора с ледникового плато Земли Виктории, расположенного на уровне трех — четырех километров. Длина глетчера свыше 50 км, ширина 3 — 16 км. Сползая в долину, ледник внезапно останавливается. Таяние предотвращает дальнейшее вторжение льда. А ниже в долине — озера с теплой водой, обнаженные скалы, сбегающие к ледяному шельфу моря Росса.

Достопримечательна и долина Райта, длиной 50 км и шириной около 15 км. Ее окаймляют два ледника. По дну долины летом протекает река — возможно, единственная в Антарктиде, которая по цвету ее вод названа Ониксовой. Ее питают талые льды.

Гляциологи выдвигают свою теорию происхождения и существования долин. 150 или 200 млн. лет назад, когда Антарктида еще не была покрыта льдом, в процессе горообразования и вулканической деятельности на поверхность земли «выдавились» твердые скальные породы. Они послужили надежным щитом для долин, когда южный материк по какой-то неизвестной причине приобрел свой ледяной панцирь. Ледники разбивались о плотину скал; их тонкие языки, перехлестывая через край долин, летом успевали растаять, а зимой испариться под действием ураганных ветров, проносящихся по наклонному скальному желобу со скоростями порядка 150 км/сек. Ветер выдувал

снег из расщелин, вентилируя каменную пустыню. Так веками поддерживалось равновесие.

С такой картиной не совсем согласны сейсмологи, подчеркивающие вулканическую активность оазиса Мак-Мёрдо. Среди пустынных долин возвышается 4-х километровый вулкан Эребус; неподалеку был недавно открыт другой действующий вулкан — Мельбури. Поток тепла, идущий из земных недр к поверхности, по мнению советских, новозеландских и американских ученых, в районе оазиса интенсивнее, чем где бы то ни было на земном шаре. Температура под землей быстро увеличивается с глубиной. Поэтому у дна озер вода теплая, и ледники быстро тают, попадая в долину.

Геохимики, в свою очередь, объясняют нагрев воды циркуляцией солевых донных вод. Имеются и другие попытки разрешения загадок полярных пустынь; ставятся новые загадки. Почему, например, долины стали грандиозным кладбищем морских тюленей? Что нового обнаружится, если провести в них сейсмические работы, если пробурить там глубинные скважины? По-видимому, во многом правы и гляциологи, и вулканологи, и геохимики. Тайна антарктических оазисов, как и проблема происхождения самих ледяных вериг Антарктиды, до сих пор остается интригующей.

«Polar Times», 64, 1967.

## НОВЫЙ ОСТРОВ В ТИХОМ ОКЕАНЕ

В декабре 1967 г. капитан новозеландского грузового судна «Тофуа» Питер Беннет наблюдал извержение подводного вулкана в юго-западной части Тихого океана, к востоку от острова Фиджи. Столб дыма и пара над водой достигал километровой высоты. На глазах у очевидцев возник остров, вершина которого поднялась на 40 м над уровнем моря. До извержения вершина подводного вулкана, известного под названием «банка Метис № 7», находилась на глубине 3 м, возвышаясь над окружающим дном океана на 1000 м.

«Science News», 93, 1, 1968.

## ЕЩЕ ОДИН ДЕЙСТВУЮЩИЙ ВУЛКАН В АНТАРКТИДЕ

На горе Мельбурн, в районе разлома между ледниками Авизитор и Кемпбелл (Земля Виктории) обнаружены отчетливые следы современной вулканической деятельности: небольшие шлаковые и базальтовые обломки, конусы и холмы; местами базальтовые лапилли, выброшенные при извержении и еще не тронутые выветриванием. На склонах горы (на высоте 2500—3000 м) встречаются фумарольные ледяные образования. Внутри этих пустотелых ледяных выходов температура была +7°С, а снаружи она равнялась -18°С. Из фумарол доносились звуки кипения.

В осадочных породах неожиданно были обнаружены отпечатки листьев и окаменелых стволов, а также небольшие залежи агата, халцедона и различных цеолитов в базальтовых породах.

«Antarctic», 4, 10, 1967.

## ДВИЖЕНИЕ ПОЛЮСОВ ЗЕМЛИ

Два американских ученых — И. Шапиро (Массачусетский технологический институт) и Дж. Коломбо (Смитсоновская астрофизическая обсерватория) независимо друг от друга выдвинули оди-

наковую гипотезу. Гипотеза объясняет движение полюсов Земли, обнаруженное еще в 1891 г. С. Чендлером. По мнению ученых, так называемое чендлерово колебание зависит от взаимодействия различных слоев Земли. Где-то на глубине от 400 до 1000 км (в мантии) рождается основное взаимодействие, как бы разделяющее Землю на две части. Происходят своего рода «биения», вызываемые взаимодействием между верхним слоем Земли и ее внутренними областями. Цикл «биения» составляет от 80 до 100 лет.

Авторы считают эту гипотезу еще предварительной и ищут ее подтверждения в новых данных, над которыми они сейчас работают совместно с доктором Э. М. Гапошкиным — сотрудником Смитсоновской астрофизической обсерватории.

«Science News», 93, 4, 1968.

## САМЫЕ ДРЕВНИЕ ЛЬДЫ

Континентальное оледенение Антарктиды «старше» любого другого оледенения в обоих полушариях примерно на 2 млн. лет. К такому выводу пришли американские ученые, которые исследовали образцы пород методами датирования по калию и аргону. Образцы были взяты из шлаковых конусов и лавовых полей, перекрывающих ледниковые поверхности и отложения в «оазисе» Тейлора, на западном побережье залива Мак-Мёрдо. Абсолютный возраст пород оказался около 2,7 млн. лет.

Эти выводы хорошо согласуются с данными, полученными при анализе грунтовых колонок, поднятых со дна Тихого океана у берегов Антарктиды (исследовательское судно «Элтанин»).

Анализ грунтовых колонок показал, что антарктическое оледенение началось более чем 3 млн. лет назад.

«Antarctic», 5, 1, 1968.

## УВЕЛИЧЕНИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА ЮЖНОМ ПОЛЮСЕ

Измерения в период с 1957 по 1966 г. показали, что ускорение силы тяжести на Южном полюсе

увеличивается на 0,11 мгал в год. Это изменение было определено с помощью относительных измерений ускорения силы тяжести между станцией на льдах Южного полюса и станцией в Мак-Мёрдо, которая расположена на прочном скалистом грунте. Абсолютная величина разности ускорения силы тяжести между Мак-Мёрдо и Южным полюсом ежегодно уменьшается на 0,11 мгал. А поскольку ускорение силы тяжести на станции, находящейся на скалистом грунте, не изменяется, то, следовательно, сила тяжести на станции Южный полюс должна увеличиваться. Предполагают, что лед, на котором расположена станция на Южном полюсе, перемещается в горизонтальном направлении. Так как Южный полюс находится на куполе, то это перемещение сопровождается изменением амплитуды, т. е. ее уменьшением. Уменьшение амплитуды должно привести к возрастанию силы тяжести.

Для точного выяснения проблемы необходимы дальнейшие измерения и прежде всего астрономические определения места.

«Science», 155, 3765, 1967.

«Umschau», 15, 502, 1967.

## ИЗМЕРЕНИЕ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ

В США разработан прибор, фиксирующий резкие изменения температуры — косвенного показателя турбулентности.

Прибор измеряет микроволновую радиацию, вызываемую молекулами кислорода, интенсивность которой зависит от температуры воздуха. Эти измерения могут проводиться на значительных расстояниях впереди самолета и в стороне от его маршрута. Полученные данные сопоставляются с температурой, измеренной вблизи самолета. В случае резкого перепада температуры электронное оборудование дает знать пилоту о том курсе, на который следует перейти, чтобы избежать последствий турбулентности.

Прибор называется «температурный радиометр дистанционного действия».

«Science News», 93, 1, 1968.

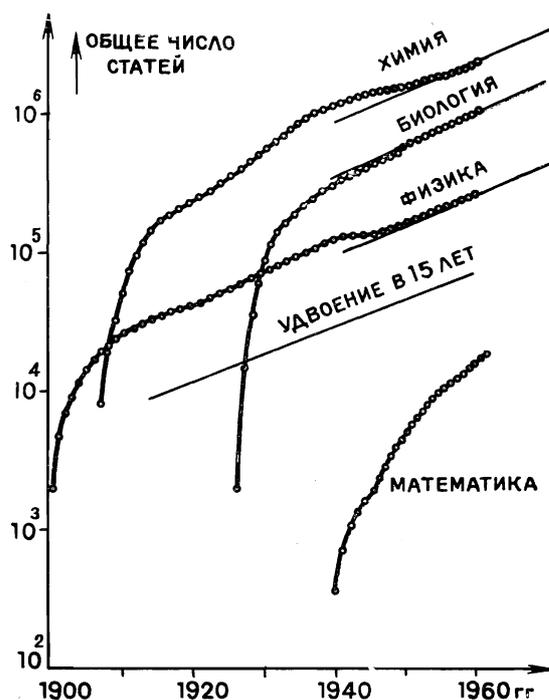
# Старая ли наука астрономия?

Б. А. ДУБИНСКИЙ  
кандидат технических наук

«Возраст» астрономии, определенный по темпу роста числа научных публикаций, такой же, как и «возраст» физики, химии, биологии.

Под возрастом астрономии, как, впрочем, и любой другой науки, обычно подразумевают годы, прошедшие со времени ее «рождения». Но можно попытаться определить возраст астрономии, анализируя внутренние материальные процессы (информационные, структурные, кадровые и др.), происходящие в науке. (Ведь могут же установить биологи возраст живого организма по данным физиологического обследования.) И тогда такие определения, как «молодая», «старая», будут характеризовать не количество «прожитых» лет, а уровень и скорость тех процессов, которые приняты за индикаторы развития науки.

В последние годы ведутся интенсивные поиски репрезентативных количественных показателей развития науки и способов «измерения» ее эффективности. Появилось новое научное направление, которое объединяет эти поиски,— наукометрия. И хотя работы еще далеки от завершения, некоторые результаты уже получены: предложены и нашли применение такие статистические показатели, как число научных результатов (открытий, изобретений и т. п.) и научных публикаций, численность людей, занятых в науке. Каждый из этих показателей отражает одну из сторон науки и имеет свои преимущества и недостатки, но все они, конечно, условны, поскольку материальные формы, в которых реализуется нау-



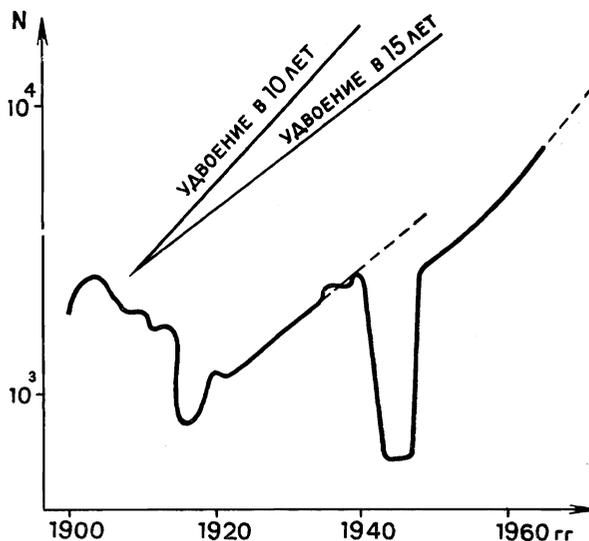
РОСТ ОБЩЕГО ЧИСЛА ПУБЛИКАЦИЙ в реферативных журналах по разным наукам. После начального периода ускоренного роста устанавливается постоянный экспоненциальный рост с периодом удвоения примерно в 15 лет (рисунок заимствован из работы Д. Прайса «Малая наука, большая наука»)

ка и по которым производятся ее «измерения», зависят как от социальных и технико-экономических условий, так и от специфических особенностей отдельной науки. И все же эти показатели позволили обнаружить в науке объективные процессы и их количественные закономерности.

Одно из центральных мест занимает открытый американским ученым Д. Прайсом закон экспоненциального роста числа научных публикаций, действующий с тех пор, как появились первые периодические издания и первые научные статьи, т. е. уже почти 300 лет (до этого единственной формой литературной продукции науки были книги). Крутизна экспоненты характеризуется временем удвоения числа публикаций, равным 10—20 годам (в зависимости от менее или более строгого определения «научности» работ). Такой темп роста приблизительно втрое превосходит рост числа университетов и рост численности населения. Но самое удивительное, что этот темп сохраняется постоянным в течение длительного периода, хотя история этого периода, казалось бы дает представление о весьма нерегулярном характере развития науки.

В то же время увеличение количества печатных работ по отдельным наукам происходило, как это видно на примерах физики, химии, биологии и математики, не всегда в постоянном темпе. В периоды появления новых, революционных идей, зарождения научных направлений или новых практических применений темпы роста числа публикаций по данной науке значительно превышали средние темпы для науки в целом — это периоды «молодости». Затем, как правило, следовали продолжительные периоды со средними темпами роста числа публикаций (удвоение за 15 лет) — периоды «зрелости». Постоянство темпов роста общего числа научных печатных работ свидетельствует о том, что одновременно с бурным ростом «молодых» наук должны наблюдаться и замедленные темпы роста — периоды «старости» — у других наук. Согласно данному определению, науки в своем развитии могут проходить через каждый из трех характерных «возрастов» неоднократно.

Обратимся теперь к астрономии и попытаемся установить ее «возрастные» особенности по числу ежегодных научных публикаций.



**КОЛИЧЕСТВО АСТРОНОМИЧЕСКИХ публикаций, вошедших в ежегодники «Astronomischer Jahresbericht» в 1889—1964 г.** Заметно резкое снижение числа астрономических публикаций в годы мировых войн. До 1919 г. ход кривой числа астрономических публикаций нерегулярный, неустойчивый, после 1919 — регулярный почти при постоянном темпе (наклон кривой). Прямые линии вверху соответствуют росту числа публикаций с периодом удвоения в 10 и 15 лет. Вертикальная шкала, как и на предыдущем рисунке, в логарифмическом масштабе

Количественные характеристики развития астрономии и, в частности, динамика роста опубликованных работ интересны не только сами по себе, но и для сопоставления с аналогичными данными других наук. Последнее важно для понимания процессов, происходящих в науке в целом. При сравнении, конечно, необходимо иметь в виду специфические черты той или иной науки, влияющие на количество и динамику роста числа публикуемых работ. Так, в астрономии наряду с новыми проблемами, которые постоянно возникают, как и в любой другой науке, существует значительная группа проблем давно сложившихся, но тем не менее сохраняющих свое значение в настоящее время (так называемые «классические» проблемы). Другая особенность астрономии — невозможность постановки лабораторных экспериментов. И еще одна особенность — сравнительно малое значение для народнохозяйственной практики.

Казалось бы, перечисленные особенности должны приводить к относительному замедлению темпов развития астрономии и, соответственно, замедлению роста числа публикаций. С другой стороны, известны факторы, действовавшие в обратном направлении, так, например, все возрастающая взаимосвязь с физикой, успехи в практическом освоении космического пространства и др. Однако «измерить» влияние специфических особенностей астрономии, исторических и прочих факторов на процесс роста числа публикаций невозможно, поэтому целесообразно не останавливаться на них сейчас подробно, а перейти к рассмотрению самого процесса.

Кривая количества астрономических работ, ежегодно публиковавшихся в мировой печати начиная с 1899 г. и по 1964 г. (по данным библиографического ежегодника «*Astronomischer Jahresbericht*») имеет две особенности. Одна из них — резкие провалы в годы мировых войн, другая — различные закономерности хода кривой на разных ее участках: первый участок — до 1919 г. — характеризуется нерегулярным, неустойчивым ходом кривой и большим спадом; второй участок — после 1919 г. — регулярным ростом при почти постоянном темпе (наклоне кривой), близком к среднему темпу роста публикаций по науке в целом.

Причины появления первой особенности очевидны и не требуют комментариев. Вторая же особенность имеет нетривиальный характер и может быть объяснена следующим образом. В первые два десятилетия XX в. основное внимание в астрономии уделялось астрометрической тематике, которая в связи со спецификой работ, выполняемых зачастую в течение многих лет, а иногда и десятилетий, а также вследствие своего

«классического» возраста не только не способствовала регулярному росту числа печатных работ, но даже приводила к спаду. Успехи физики и техники в 20-е годы стимулировали развитие астрономии, расширили и углубили ее проблематику, способствовали появлению новых «физических» разделов астрономии: астрофизики, звездной астрономии, позже — радиоастрономии. Это, вероятно, и вызвало все возрастающий приток научной информации, который в свою очередь обусловил крутой и устойчивый рост числа астрономических публикаций начиная с 20-х годов (т. е. задолго до начала практического освоения космического пространства) и до настоящего времени.

Перспективы астрономии, открывающиеся с развитием ракетной техники (внеатмосферная астрономия) и дальнейшим расширением доступного для наблюдений диапазона частот электромагнитных излучений, позволяют ожидать, по меньшей мере, сохранения этих темпов в последующее десятилетие.

Итак, анализ динамики роста числа публикаций в XX в. показывает, что астрономия проявляла себя как «старая» наука только в первые два десятилетия. В дальнейшем же она настолько «помолодела», что в последнее время не уступает по темпам роста публикаций таким наукам, как физика, химия, биология. Это объясняется, в частности, тесным взаимодействием астрономии и физики и отражает возросшую роль астрономии в общей системе наук.

#### **ЧТО ЧИТАТЬ ПО ТЕМЕ СТАТЬИ:**

Г. М. Д о б р о в. Наука о науке. «Наукова думка». Киев, 1966 г.

Наука о науке (Сборник статей). «Прогресс», 1967 г.

# Исследование астроклимата и выбор места установки крупных телескопов

*П. В. ЩЕГЛОВ*  
кандидат физико-математических наук

**Успехи внеатмосферной астрономии отнюдь не означают, что наблюдения с поверхности Земли теряют свое значение. Наземная оптическая и радиоастрономия достигли сейчас небывалого развития. Но чтобы наземный телескоп работал наиболее эффективно, необходимо выполнение комплекса условий, которые исследуются в разных странах.**

Недавно мы вступили во второе десятилетие космической эры, и результаты, полученные приборами, установленными на ракетах, спутниках, межпланетных станциях, занимают достойное место в панораме Вселенной, созданной гением человечества. Никто — от фантастов до ученых — не остался в стороне от обсуждения будущего науки и человечества в связи с достигнутыми успехами в покорении космоса. И хотя с точкой зрения первых знаком почти каждый, мнение вторых известно широкой публике гораздо хуже. Если говорить об астрономии, то на сегодняшний день точка зрения большинства астрономов может показаться несколько парадоксальной: разумеется, необходимо вести классические астрономические наблюдения с борта космических аппаратов, устанавливая на спутниках телескопы с диаметром 1—1,5 м, но центр тяжести исследований будет все же находиться в наземной астрономии, причем количество крупных телескопов должно возрасти в ближайшие годы в два-три раза.

Эти планы начали осуществляться: уже строят несколько рефлекторов диаметром 3—4 м и довольно много телескопов меньшего диаметра (2—2,5 м). В них примене-

ны многие новинки астроприборостроения. Зеркала почти всех этих приборов изготовлены из плавленного кварца и ситалла (особый вид стекла с очень малым коэффициентом теплового расширения); почти все они осуществлены на двухзеркальной апланатической\* схеме со светосилой 1:8—1:9 и, что самое главное, при их строительстве уделяется большое внимание астроклиматическим характеристикам места, где они будут установлены. Ведь современный большой телескоп — прибор весьма дорогостоящий, стоимость одного часа работы которого (по данным зарубежных журналов) может достигать нескольких сот долларов.

Для того чтобы большой телескоп эффективно работал, необходимо выполнение ряда условий. Прежде всего, этот инструмент должен быть установлен в месте с хорошей погодой, причем следует стремиться найти такое место, где ясная погода была бы равномерно распределена по временам года. И действительно, спектры отдаленных

---

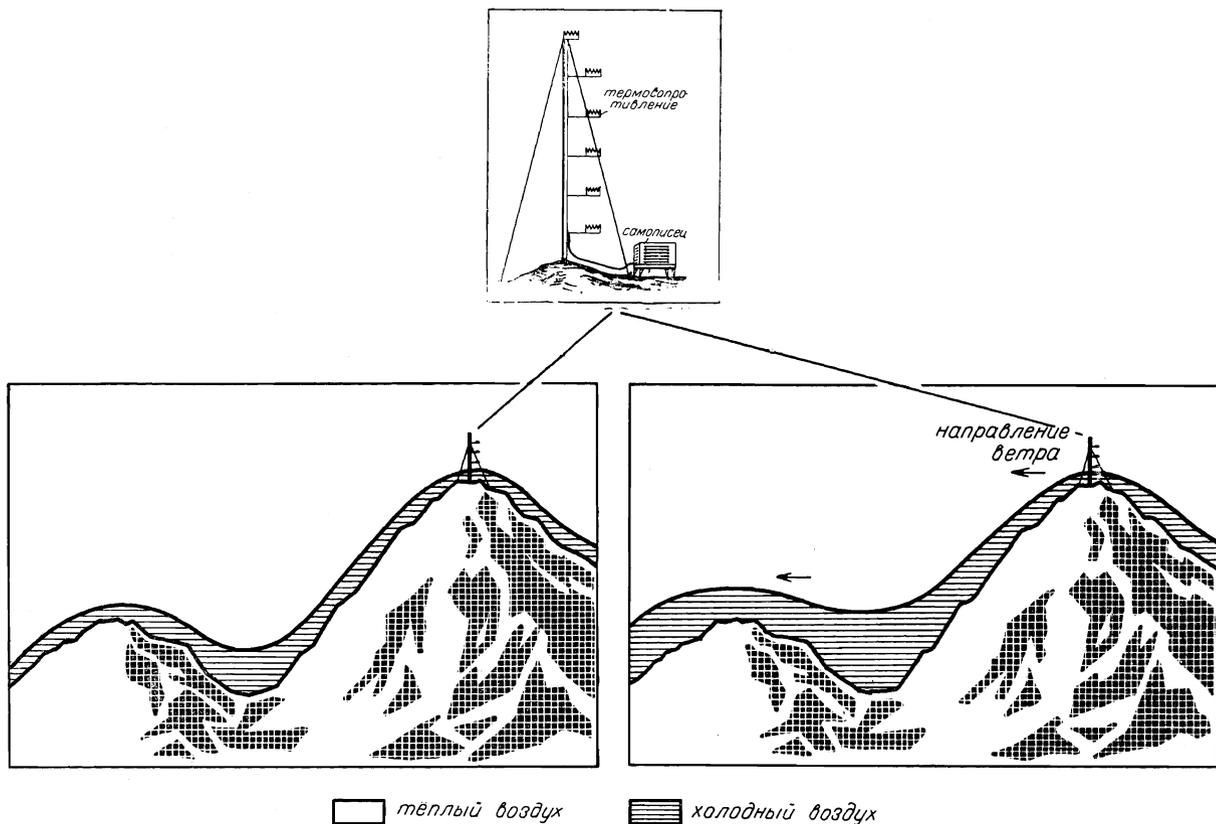
\* Зеркальные апланатические телескопы отличаются от классических рефлекторов тем, что имеют во много раз большее поле зрения, свободное от комы.

галактик лучше исследовать ранней весной, а галактические исследования проводить летом или зимой, когда Млечный Путь удобен для наблюдений.

Но погоде недостаточно быть хорошей с житейской точки зрения; она должна быть также хорошей с точки зрения астрономической: беспокойствие атмосферы между телескопом и наблюдаемым объектом должно быть минимальным. Поясним это примером. Телескоп с диаметром 2 м и хорошо изготовленным зеркалом имеет разрешающую силу около 0,05 угловой секунды. На поверхности Луны в такой телескоп можно было бы разглядеть образования размером около

100 м, если бы из-за влияния земной атмосферы изображение не дрожало и не размывалось. И действительно, на лучших визуальных зарисовках лунной поверхности (а глаз регистрирует более мелкие, чем фотография, детали, так как может уловить, в отличие от фотографии, моменты хороших изображений) имеются детали размером, несколько меньшим одного километра.

Хорошие изображения нужны не только для исследования Луны и планет. Предположим, что мы изучаем спектр слабой звезды. Если изображения плохие, щель спектрографа приходится открывать широко, чтобы весь свет звезды прошел в нее. Но



**СТЕКАНИЕ ХОЛОДНОГО ВОЗДУХА С ВЕРШИНЫ ГОРЫ.** Вершина высокой горы (рисунок слева) ночью покрыта «одеялом» холодного воздуха. Но всего в нескольких метрах над вершиной находится теплый воздух. Верхние термометры, установленные на мачте, покажут лишь небольшой суточный перепад температуры, и помещенный на этой высоте телескоп будет работать в благоприятных условиях. Телескоп, установленный на вершине низкой горы (рисунок справа), окажется в неблагоприятных для качества изображения условиях: холодный воздух с высокой горы может переливаться через низкую и испортит изображение



**СЛЕД СУТОЧНОГО ДВИЖЕНИЯ ЗВЕЗДЫ** (эквивалентное фокусное расстояние 100 м). По амплитуде колебаний следа звезды можно судить о качестве изображения, которое будет получено на большом телескопе

чем шире щель, тем больше света ночного неба\* проникнет в спектрограф, и нам придется выделять спектр звезды на фоне спектра ночного неба. Если мы работаем со спектрографом большой дисперсии, щель должна быть узкой, чтобы не ухудшить резкости спектральных линий. Это опять-таки требует как можно меньшего размера изображения звезды на щели спектрографа. Плохие изображения мешают также получению хороших астрофотографий: ведь при уменьшении турбулентного диска звезды от двух до одной секунды дуги мы можем наблюдать вчетверо более слабые звезды.

В настоящее время считают, что идущие от небесных тел световые лучи искажаются в основном в непосредственной близости от телескопа. Поэтому, чтобы свести эти искажения к минимуму, следует изучить свойства приземного слоя атмосферы. Опыт и теория показывают, что искажения фронта световой волны наблюдаются при ее переходе из теплого воздуха в холодный и из влажного — в сухой. Если избегать встреч светового луча с такими слоями, можно существенно улучшить качество изображений, даваемых телескопом.

Как же происходит нагрев и охлаждение воздуха? Если воздух сухой, то он может нагреться или охладиться только в соприкосновении с почвой. После захода Солнца в ясную погоду почва интенсивно охлаждается и в результате лучеиспускания, охлаждается и приземный слой воздуха. Холодный воздух с вершины горы, если ветер не очень

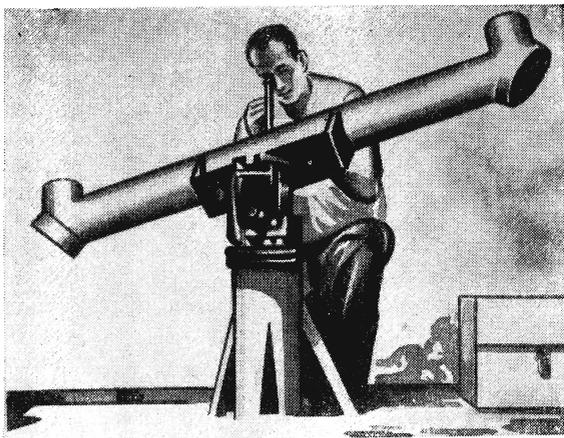
сильный, начинает стекать в долины, где образуются настоящие озера холодного воздуха. Вся гора оказывается покрытой «одеялом» холодного воздуха, толщина которого растет к утру. Но всего в нескольких метрах над вершиной можно обнаружить теплый воздух, не охлажденный соприкосновением с почвой. Если поставить на вершине горы мачту с термометрами, установленными на разных высотах, то верхние термометры могут (при условии стекания холодного воздуха) показать весьма небольшой суточный перепад температуры. Это значит, что термометры находятся практически в невозмущенной атмосфере и что помещенный на этой высоте телескоп будет работать в благоприятных для качества изображения условиях.

Разумеется, описанная выше картина может быть искажена. Предположим, что с наветренной стороны горы находится другая, более высокая гора. На ней ночью также будет происходить стекание холодного воздуха, и может случиться, что холодный воздух с высокой горы будет переливаться через низкую и испортит изображение.

Таким образом, местами, перспективными для получения хорошего качества изображений, могут служить господствующие изолированные вершины с малым суточным перепадом температур. Ожидать же хорошего астроклимата в узких долинах и на склонах гор нельзя.

Первое впечатление о том, перспективна ли данная вершина для исследования астроклимата, можно составить по термограммам, полученным на ее самой высокой точке. Величина суточного перепада температур может достигать всего лишь 6—8°, тогда как в близлежащей долине эта величина иногда

\* Ночное небо излучает эмиссионные линии и непрерывный спектр.

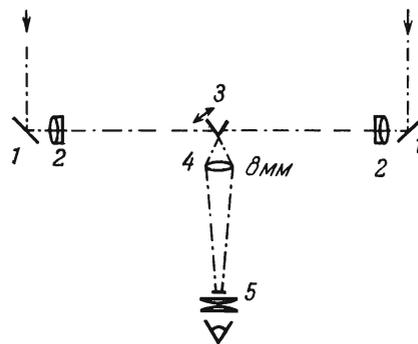


**ДВУХЛУЧЕВОЙ ПРИБОР**, имитирующий крупный телескоп. Этот инструмент используется в астро-климатических исследованиях

превосходит  $25-30^\circ$ . Детальные исследования термического режима проводятся затем уже с мачтовыми приборами.

Приборы, которые использовались при изучении астроклимата, претерпели некоторые изменения. Лет десять назад качество изображений звезд оценивалось визуально в телескопы с диаметром в  $20-30$  см. С таким же телескопом фотографировали следы суточного движения звезд при остановленном часовом механизме и по их колебаниям судили, какое качество изображения можно ожидать у более крупного инструмента. Недостаток этого метода в том, что мы не можем различить, сместилось ли изображение звезды из-за влияния атмосферной неоднородности или телескоп дрогнул под порывом ветра. Поэтому хорошее качество изображения, полученное с помощью такой методики, является необходимым, но не достаточным для того, чтобы в данном месте эффективно работал большой телескоп.

В настоящее время в астроклиматических исследованиях получили распространение приборы, в известной степени имитирующие крупный телескоп. В таком приборе зеркала, установленные на концах трубы, направляют свет звезды на два объектива, которые строят изображения звезды



**СХЕМА ДВУХЛУЧЕВОГО ПРИБОРА:** 1 — зеркала; 2 — объективы; 3 — алюминированная призма; 4 — объектив микроскопа; 5 — окуляр

вблизи алюминированной призмы. Эти изображения проецируются с увеличением в фокальную плоскость окуляра. По смещению одного изображения относительно другого можно судить о том, насколько хорошими будут изображения, построенные большим зеркалом, диаметр которого равен длине трубы. Если же изображения звезды смещаются одинаково — установка почти наверняка по той или иной причине в это мгновение сместилась как целое. Такой прибор считается в настоящее время весьма перспективным для выбора места установки большого рефлектора.

Для полной гарантии успеха целесообразнее на конечной стадии исследований проверить изображения на высококачественном телескопе с диаметром в  $60-70$  см.

Таким образом, астроклиматические исследования постепенно превращаются из искусства в науку. Правильное понимание существенных для проблемы факторов микроклимата и новая, более совершенная техника отличают современные работы от исследований прежних лет. Это позволяет нам с уверенностью ожидать появления в ближайшие годы обсерваторий, которые дадут снимки небесных объектов непревзойденного качества.



## ИЗМЕРЕНИЕ ДИАМЕТРОВ ЗВЕЗД

На обсерватории в Нарабри (Австралия) есть странный на вид инструмент, успешно применяемый для измерения угловых диаметров ярких звезд,—интерферометр Брауна. Он состоит из кольцевого (диаметром около 180 м) железнодорожного рельса, по которому могут двигаться два мозаичных зеркала диаметром до 6,6 м с фотоэлементом в фокусе каждого из них. Диаметр звезды определяется по корреляции колебаний яркости света звезды, собираемого этими двумя зеркалами при различных расстояниях между ними.

Интерферометр Брауна представляет собой значительный шаг вперед по сравнению с интерферометром Майкельсона, посредством которого еще в 1920 г. на горе Вилсон (Калифорния), измерили диаметры Бетельгейзе и еще нескольких красных сверхгигантов. Теперь впервые стало возможно измерять гораздо меньшие диски белых звезд 1-й и 2-й величин.

Ниже приводятся результаты измерений 15 звезд (измеренные диаметры даны в секундах дуги; в каждом случае диаметр относится к диску, яркость которого уменьшается у краев).

Самый крупный объект в этом

списке — звезда Канопус, видимая только в южных широтах,— вторая по яркости после Сириуса. Ее диск имеет такой же угловой диаметр, какой имел бы помещенный на Луне диск поперечником в 12,5 м. Наименьший объект — ε Ориона — не превышает видимых размеров, которые имела бы большая автомобильная шина, перенесенная на Луну!

Наиболее тщательно измерили в Нарабри Сириус. Его линейный диаметр найден равным  $1,76 \pm \pm 0,04$  диаметра Солнца, или 2 445 680 км. Эффективная температура поверхности Сириуса, найденная из его размеров и величины светового потока, равна 10 380° К. Погрешность в этом определении температуры звезды спектрального класса А1 составляет только  $\pm 180^\circ$ .

Подобным же образом определена температура пяти других звезд: Регул — 13 000° (спектральный класс В7 V); Вега — 9500° (А0 V); Фомальгаут — 9300° (А3 V); Альтаир — 8250° (А7 IV—V) и Процион — 6450° (F5 IV—V).

Австралийские ученые продолжают исследования. В настоящее время удовлетворительное измерение диаметров звезд возможно до величины +2. Предполагается, что дальнейшие усовершенствования позволят измерять звезды +2,5 звездной величины.

«Sky and Telescope», 35, 3, 1968.

Канопус	α Киля	$0,00686 \pm 0,00041$
Сириус	α Большого Пса	$0,00612 \pm 0,00010$
Процион	α Малого Пса	$0,00571 \pm 0,00039$
Вега	α Лиры	$0,00347 \pm 0,00016$
Альтаир	α Орла	$0,00297 \pm 0,00015$
Ригель	β Ориона	$0,00269 \pm 0,00015$
Фомальгаут	α Южной Рыбы	$0,00209 \pm 0,00014$
Ахернар	α Эридана	$0,00193 \pm 0,00008$
Регул	α Льва	$0,00138 \pm 0,00007$
	α Журавля	$0,00102 \pm 0,00007$
	ε Большого Пса	$0,00081 \pm 0,00005$
	α Павлина	$0,00080 \pm 0,00006$
Беллатрикс	γ Ориона	$0,00076 \pm 0,00005$
	β Южного Креста	$0,00073 \pm 0,00003$
	ε Ориона	$0,00072 \pm 0,00005$

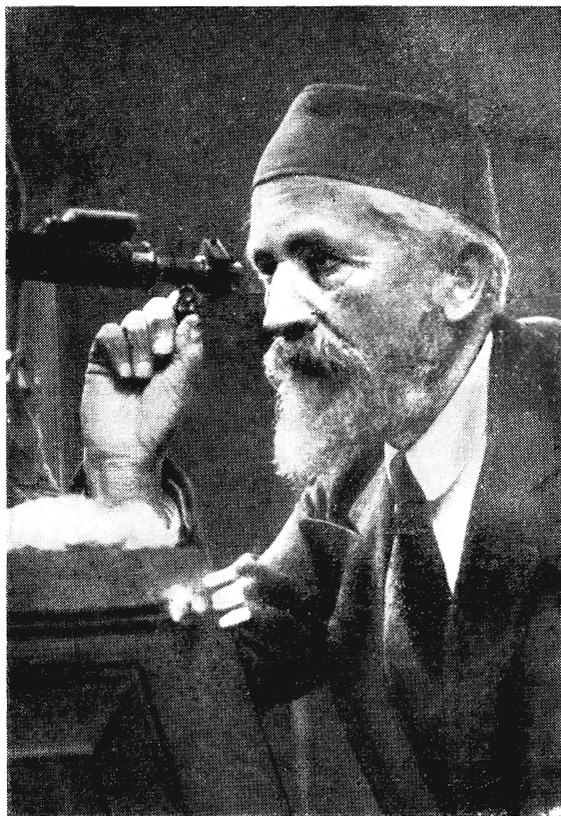
## Николай Николаевич Евдокимов

[к 100-летию со дня рождения]

Николай Николаевич Евдокимов родился 6 апреля 1868 г. в Харькове. В 1886 г. он окончил с золотой медалью 3-ю Харьковскую гимназию. Еще в гимназии Н. Н. Евдокимов проявлял большой интерес к математике и астрономии. В 1886 г. он поступил на физико-математический факультет Харьковского университета, который окончил в 1890 г. с дипломом I степени по специальности астрономия и геодезия. Николай Николаевич был оставлен при университете стипендиатом для подготовки к защите диссертации на ученую степень магистра.

Директор Пулковской обсерватории академик Ф. А. Бредихин, посетивший летом 1891 г. астрономические обсерватории в Москве, Харькове, Николаеве, Одессе и Киеве, писал: «При университетских обсерваториях я нашел несколько молодых людей, блестяще окончивших курс по математическому факультету и с похвальным усердием продолжающих заниматься астрономией и по окончании курса. Эти лица суть... в Харькове — Евдокимов...».

В 1893 г. Н. Н. Евдокимов был зачислен внештатным ассистентом Харьковской астрономической обсерватории, а в 1894 г. на три летних месяца командирован для усовершенствования по астрономии в Пулковскую обсерваторию. Ф. А. Бредихин с похвалой отзывался об энергии и усердии, с которыми работал Н. Н. Евдокимов в Пулкове, где он выполнял наблюдения с «пассажным инструментом в первом вертикале, меридианным кругом, большим вертикальным кругом и 15-дюймовым рефрактором. Далее он ознакомился с употреблением



Н. Н. ЕВДОКИМОВ во время наблюдений на меридианном круге

фотогелиографа и измерениями положений пятен на фотографиях Солнца. Кроме того, занимался измерениями фотографий спект-

ров, работал с астрографом и на одной из пластинок измерял положения некоторых звезд, чтобы познакомиться, главным образом, со способом ориентировки пластинок». Эта выдержка из отчета директора Пулковской обсерватории академика Ф. А. Бредихина наглядно демонстрирует, как много вопросов интересовало тогда Николая Николаевича.

В 1894 г. Н. Н. Евдокимов успешно выдержал магистерский экзамен и, получив звание приват-доцента, в 1895 г. начал читать лекции в Харьковском университете. Нужно отметить, что материальное положение Николая Николаевича в это время было довольно тяжелое. В 1892 г. после смерти отца — торгового служащего, семья Н. Н. Евдокимова осталась почти без всяких средств к существованию. Зарботная плата Николая Николаевича как приват-доцента была очень низкой, и получал он ее крайне нерегулярно, так как выдавалась она не из бюджетных ассигнований, а из особого университетского фонда, зависевшего от платы студентов за прослушанные лекции, от частных пожертвований и других случайных поступлений. За пять лет работы в должности ассистента, а затем приват-доцента суммарная зарботная плата Николая Николаевича достигла лишь 300 рублей, т. е. около 5 рублей в месяц. Поэтому Н. Н. Евдокимов вынужден был в эти годы совмещать работу приват-доцента с работой преподавателя математики в женских гимназиях Харькова.

В 1898 г. Н. Н. Евдокимов был утвержден в должности штатного астронома-наблюдателя Астрономической обсерватории Харьковского университета. С этого времени он активно участвует во всех астрономических работах обсерватории.

С 1898 по 1902 г. Н. Н. Евдокимов вместе с директором Харьковской обсерватории Л. О. Струве определял на меридианном круге склонения 779 зодиакальных звезд из каталога 834 лунных звезд Downing'a.

Николай Николаевич всегда интересовался работами, которые были наиболее актуальны. В 1898 г. Г. Виттом была открыта малая планета Эрос. Эксцентриситет орбиты этой планеты очень большой, поэтому она проникает внутрь орбиты Марса. В противостоянии 1900—1901 гг. Эрос должен был находиться от Земли на расстоянии 0,27 а. е. (в 1930—1931 гг. на расстоянии 0,17 а. е.).

Точные определения координат Эроса в это время были очень важны для уточнения параллакса Солнца\*. В 1900 г. Н. Н. Евдокимов и Л. О. Струве начали большую работу по определению координат опорных звезд (звезд-репер), знание которых было необходимо для определения координат планеты Эрос.

Много времени уделил Николай Николаевич решению одной из наиболее важных, но в то же время наиболее трудных задач астрометрии — определению параллаксов звезд меридианным кругом. Работа Н. Н. Евдокимова — «Определение параллаксов неподвижных звезд по наблюдениям меридианным кругом Астрономической обсерватории Харьковского университета», опубликованная отдельным изданием в 1912 г., была удостоена премии Русского астрономического общества. Для того времени работа Н. Н. Евдокимова явилась значительным вкладом в астрометрию и была представлена как диссертация на ученую степень магистра астрономии и геодезии, которую Николай Николаевич успешно защитил в том же году.

В 1909—1915 гг. Н. Н. Евдокимов вместе с Л. О. Струве и Б. И. Кудревичем выполнили большие ряды наблюдений по определению прямых восхождений и склонений 1407 близполюсных звезд (по каждой координате получено около 11 000 наблюдений).

С самого начала Великой Октябрьской социалистической революции Н. Н. Евдокимов был среди передовой интеллигенции, которая без колебаний пошла в советские ВУЗы и научно-исследовательские учреждения.

В 1917 г. Н. Н. Евдокимова назначают директором Астрономической обсерватории Харьковского университета. Этот пост Николай Николаевич покинул в 1930 г. в связи с ухудшением состояния здоровья. В дальнейшем он продолжал работать на обсерватории в должности старшего астронома.

За время пребывания Н. Н. Евдокимова на посту директора Харьковская обсерватория значительно пополнилась современным научным оборудованием, а главное — новыми молодыми талантливыми кадрами.

---

\* Подробнее о наблюдениях Эроса см. «Земля и Вселенная», № 2, 1967 г., стр. 26.



**Н. Н. ЕВДОКИМОВ**  
(в центре первого ряда)  
среди сотрудников Харь-  
ковской обсерватории в  
1934 г.

После окончания гражданской войны, когда улучшилась материальная база обсерватории, Николай Николаевич приступает к всестороннему исследованию меридианного круга, а в 1924 г. вместе с Б. П. Остащенко-Кудрявцевым — к наблюдению 270 звезд для определения их склонений абсолютным методом.

В 1924—1927 гг. Николай Николаевич выполнил также первую большую серию наблюдений по определению склонений больших планет. Эту работу он продолжает и в 30-е годы.

В 1935—1937 гг. Н. Н. Евдокимов и В. А. Михайлов определяют склонения звезд по способу Сандерса—Раймонда (Н. Н. Евдокимов получал суммы зенитных расстояний на меридианном круге, а разность их определял В. А. Михайлов на пассажном инструменте).

Николай Николаевич был выдающимся наблюдателем. Убежденный последователь Пулковской астрометрической школы, он отличался исключительной дисциплиниро-

ванностью и аккуратностью, бережно относился к инструменту. Благодаря неустанным заботам Николая Николаевича меридианный круг, установленный в XIX в., всегда находился в отличном состоянии.

Как и большинство русских астрономов, Николай Николаевич много времени посвятил геодезическим работам. Так, в 1895—1899 гг. Л. О. Струве и Н. Н. Евдокимов впервые произвели привязку Харьковской обсерватории к русской нивелирной сети посредством точной нивелировки между станциями Коренная-Пустынь и Синельниково. Длительное время Николай Николаевич был членом Украинского геодезического управления, членом Бюро долгот и принимал самое активное участие в обширных геодезических работах, проводившихся в 1924—1926 гг. Николай Николаевич организовал и долгое время руководил первой службой времени на Украине.

Около 50 лет Н. Н. Евдокимов отдал подготовке высококвалифицированных кадров астрономов и геодезистов. Уже в 1893 г.

в должности ассистента, а с 1895 по 1914 г. в звании приват-доцента он вел практические занятия и читал лекции по математике и астрономии в университете. После блестящей защиты диссертации на степень магистра он был избран Советом университета на должность профессора астрономии и геодезии и занимал эту должность до конца жизни.

После Октябрьской революции Николай Николаевич активно участвует в восстановлении и развитии высшего образования на Украине. Он — один из первых преподавателей организованного в 1921 г. Межевого техникума, который был вскоре преобразован в Геодезический, а затем в Инженерно-строительный институт. В этом институте Н. Н. Евдокимов на протяжении многих лет заведовал кафедрой геодезии.

В конце 20-х — начале 30-х годов в нашей стране ощущался большой недостаток учебников, особенно на украинском языке. Несмотря на большую научную и педагогическую деятельность, Николай Николаевич выполнил трудоемкую работу, подготовив к изданию обстоятельный «Курс практической астрономии», который вышел на украинском языке в 1934 г.

В связи с 70-летием со дня рождения Николая Николаевича в приветственном адресе Пулковской астрономической обсерватории отмечалось: «К числу немногих старых профессоров Харьковского университета, еще плодотворно работающих на пользу советской науки и университета, принадлежит Н. Н. Евдокимов, отдавший Харьковскому университету и обсерватории 47 лет своей творческой жизни. За это время Николай Николаевич воспитал поколение астрономов и геодезистов; среди учеников

Николая Николаевича имеются три директора астрономических обсерваторий и один академик, не говоря уже о ряде профессоров и доцентов».

Много времени уделял Н. Н. Евдокимов и общественной работе. В дореволюционные годы он состоял членом Харьковского общества распространения грамотности, около 15 лет работал в аудитории Комиссии народных чтений и др.

С первых же лет Советской власти он организует экскурсии рабочих и красноармейцев в обсерваторию, в течение ряда лет ведет занятия по астрономии и топографии на курсах для рабочих Харькова, выступает с лекциями перед трудящимися и т. д.

За выдающиеся заслуги в области науки и подготовку квалифицированных кадров 16 декабря 1935 г. Николаю Николаевичу Евдокимову Постановлением Президиума Центрального Исполнительного Комитета УССР было присвоено звание заслуженного деятеля науки. В 1936 г. Николай Николаевич был удостоен докторской степени без защиты диссертации.

5 апреля 1941 г. смерть прервала плодотворную жизнь ученого.

Н. Н. Евдокимову по праву принадлежит почетное место среди выдающихся ученых — астрономов и геодезистов нашей страны. Академия наук СССР увековечила память русского ученого Н. Н. Евдокимова, назвав его именем один из кратеров на обратной стороне Луны.

*Н. П. БАРАБАШОВ*  
академик АН УССР

*Б. Н. КУЗЬМЕНКО*  
доцент

*В. Х. ПЛУЖНИКОВ*  
доцент

## СОВЕТАЕМ ПРОЧИТАТЬ

### ИНТЕРЕСУЮЩИМСЯ СОВРЕМЕННОЙ АСТРОФИЗИКОЙ

В 1967 г. издательство «Наука» выпустило книгу Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова «Релятивистская астрофизика». Эта книга посвящена самым современным проблемам астрофизики («релятивистская астрофизика» — новое словосочетание, которое появилось лишь в 1963 г.). Проблема

Вселенной как целого (космология) и проблема физики и эволюции звезд, галактик, квазаров составляют основное содержание книги.

Релятивистская астрофизика исследует эволюцию и равновесие столь больших масс газа (больше  $10^5$  солнечных масс), что возникла необходимость учитывать эффекты общей теории относительности Эйнштейна. Именно поэтому в первом разделе книги («Теория тяготения») изложены основы ре-

лятивистской теории тяготения. Названия трех следующих разделов: «Уравнение состояния вещества», «Релятивистские стадии эволюции космических объектов», «Космология». Книга рассчитана, главным образом, на специалистов. Но качественная сторона некоторых обсуждаемых в книге вопросов может серьезно заинтересовать многих читателей нашего журнала (прежде всего студентов и преподавателей, занимающихся астрофизикой).



## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

# Гармская сейсмологическая сессия

**Гарм** (в переводе с таджикского «теплый») — районный центр Таджикистана. Прежде от Душанбе до Гарма ехали лошадьми трое суток, теперь автобусом 6 часов, а самолетом — 20 минут. Гармская область — одна из самых сейсмичных в Советском Союзе. Около 40% всех землетрясений Средней Азии происходят именно здесь. Наиболее крупные землетрясения: Каратегинское в 1941 г. и Хаитское в 1949 г. В двух километрах от Гарма находится геофизическая обсерватория, где 25 сентября 1967 г. открылась юбилейная сейсмологическая сессия КСЭ.

В 1946 г. при Сейсмологическом институте АН СССР для изучения механизма возникновения близких землетрясений была создана постоянная Гармская экспедиция. База экспедиции располагалась на берегу реки Сурхоб, недалеко от Гарма; здесь была организована постоянная сейсмическая станция. В этой «лаборатории землетрясений» проходили практику все студенты-сейсмологи физического факультета МГУ. Многие из них сейчас — сотрудники Института физики Земли АН СССР. Кроме Гармской в различных пунктах области действовали и временные экспедиционные сейсмические станции. С 1953 г. экспедиция стала называться Таджикской сейсмологической экспедицией (ТКСЭ). В то время работами экспедиции руководил академик Г. А. Гамбурцев. В 1960 г. основная база экспедиции переехала в город Талгар (под Алма-Атой), а Гармская геофизическая обсерватория осталась центром работ в Таджикистане. Экспедиция стала называться Комплексной сейсмологической экспедицией (КСЭ).

Деятельность КСЭ имеет большое значение для работы сейсмологических учреждений всего Советского Союза. Поэтому изве-

стие о юбилейной научной сессии было встречено сейсмологами с большим энтузиазмом, и число ее участников превзошло возможности хозяев. Предвидя это, некоторые гости из ближайших республик Средней Азии приехали в Гарм со своими палатками, спальными мешками и раскладушками. Вокруг обсерватории образовался туристский лагерь.

Участники сессии начали съезжаться за два дня до ее открытия. Хозяевам было что показать: новая штольня, в которой, кроме богатого набора сейсмографов, установлены деформографы; новый лабораторный корпус; регистрирующая; помещение для камеральной обработки материала.

Приветственной речью сессию открыл И. Л. Нерсесов — начальник и научный руководитель КСЭ. Он подчеркнул, что следует пересмотреть подход к определению сейсмической активности района, основанный на кратковременных наблюдениях за слабыми землетрясениями (могут существовать периоды слабой сейсмической активности — периоды «молчания», которые не характеризуют среднюю долговременную сейсмичность данного района). Кроме того, сильные землетрясения могут возникать в

местах, расположенных между районами повышенной активности слабых землетрясений.

Прежде чем рассказывать о наиболее интересных докладах, заслушанных на сессии, мы остановимся на некоторых общих сведениях о землетрясениях.

В количественных методах изучения сейсмического режима очень важно построение графиков повторяемости. Какую закономерность они отражают? Известно, что землетрясения различаются по силе, которая зависит от энергии сейсмических волн, излучаемых из очага. Мерой энергии ( $E$ ) и основой классификации землетрясений служит класс  $K = \lg E$  (например, энергия землетрясения 6 класса составит  $10^6$  Дж). Повторяемость — это среднее число землетрясений данного класса в единицу времени (обычно в год) на  $1000 \text{ км}^2$  площади района. Известно, что сильные землетрясения происходят гораздо реже слабых. Эта закономерность впервые была открыта американскими сейсмологами Б. Гутенбергом и Ч. Рихтером (для всей Земли). Если по оси ординат откладывать  $\lg N$  (логарифм числа землетрясений), а по оси абсцисс —  $\lg E$  (логарифм энергии), то точки расположатся вдоль прямой линии и тем точнее, чем большее число землетрясений используется для построения графика. В дальнейшем выяснилось, что такая закономерность выполняется и для отдельных районов.

Основные параметры сейсмического режима:  $\gamma$  — угловой коэффициент наклона графика повторяемости,  $A$  — сейсмическая активность (уровень графика при  $K = 10$ ). Линейность графика позволяет прогнозировать повторяемость сильных землетрясений, используя кратковременные наблюдения за слабыми.

\* \*

\*

Доклад А. А. Лукка был посвящен исследованию сейсмичности бассейна реки Пяндж. Обширный фактический материал позволил заключить, что график повторяемости для всего этого района представляет собой не прямую, а линию с изломом, т. е. состоит как бы из двух частей, смыкающихся примерно в диапазоне 12-го класса энергии.

Е. П. Цветков применил к изучению сейсмичности корреляционный метод. Ему удалось в Гармской области выделить райо-

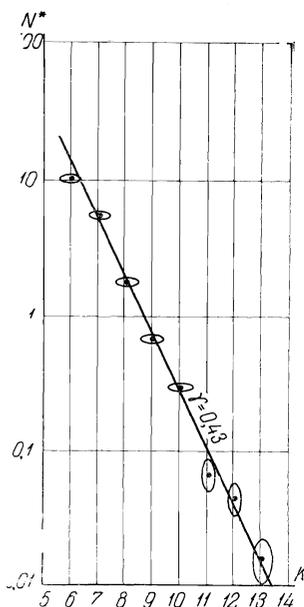


ГРАФИК повторяемости для Гармского района за 1955—1966 гг. По оси абсцисс откладывается величина  $K$  — энергетический класс землетрясений, по оси ординат — повторяемость землетрясений данного класса ( $N^*$ ). Эллипсы соответствуют ошибкам определений числа землетрясений и энергетического класса

ны, где сейсмический процесс проходит не одинаково. Эти результаты соответствуют выводам А. А. Лукка: график повторяемости, построенный для какой-либо области, можно рассматривать как сумму графиков для более мелких районов. Именно суммирование и может привести к графику с изломом. Но это пока предположения. Участники сессии отметили перспективность исследований корреляции землетрясений различных энергетических уровней.

В двух докладах В. С. Пономарева рассматривались вопросы механики горных пород в связи с процессами разрушения и сейсмичности. Первый доклад носил научно-философский характер и выражал кредо автора, второй — был посвящен анализу сейсмичности Гармского района. В. С. Пономарев представил ход сейсмичности как процесс взаимодействия современных тектонических сил и сил, обусловленных внутренними напряжениями, которые возникли в горных породах в геологическом прошлом. По его мнению, упругая энергия высвобождается при уменьшении внешней нагрузки на напряженные объемы горных пород, т. е. процесс высвобождения упругой энергии имеет характер разгрузки.

С таких позиций автор рассмотрел сейсмический режим отдельных районов зем-

ного шара. Ему удалось объяснить те явления, толкование которых обычно затруднительно. С этой же точки зрения он подробно исследовал сейсмический режим Гармского района и изучил распределение очагов землетрясений по глубине (весь район и зону разломов). Оказалось, что число землетрясений с уменьшением глубины очага и приближением к зоне разлома растет. Автор предполагает, что земная поверхность и плоскости разломов являются поверхностями зон разгрузки.

Оба доклада вызвали долгую и жаркую дискуссию, в ходе которой большинство пришло к единому мнению, что практическая разработка методики исследования сейсмического режима на основе изложенных представлений может быть перспективной и для понимания сущности наблюдаемых явлений, и для решения некоторых задач сейсмического районирования и долгосрочного прогноза сильных землетрясений.

Изучение слабых землетрясений (Р. С. Михайлова) и исследования процессов разрушения горных пород в шахтах и на образцах в лабораториях (С. Д. Виноградов и К. М. Мирзоев) показали общий характер некоторых статистических закономерностей. Оказалось, что соотношение между слабыми и сильными импульсами (выражающееся в графике повторяемости) не зависит от масштаба разрушения.

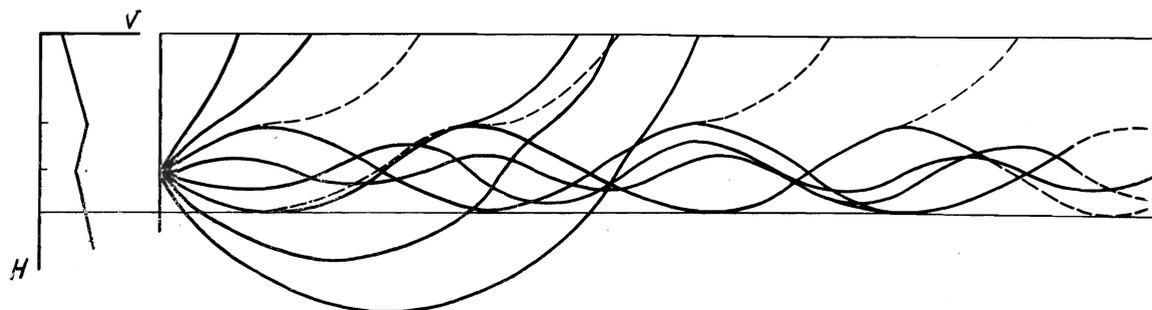
Оживленное обсуждение вызвал доклад И. Л. Нерсесова и Л. С. Чепкунас о слое пониженных скоростей в земной коре Гармского района. Интерес к этой теме впол-

не закономерен. Развитие геофизических, особенно сейсмических, исследований за последнее время позволило накопить много сведений о строении земной коры континентов и океанов. Но несмотря на то, что строение земной коры изучают давно, единой точки зрения не существует. Некоторые сейсмологи представляют земную кору трехслойной: осадочные породы, «гранит», «базальт». (Понятия «гранит» и «базальт» условны. Подразумевается, что сейсмические свойства пород, составляющих эти слои, и плотности их в среднем близки к свойствам горных пород гранитного и базальтового состава.) Есть и сторонники существования однослойной коры. Часть сейсмологов, отрицая границы раздела, выделяют внутри коры волноводы, т. е. слои с пониженной скоростью.

Мысль о существовании волновода в земной коре впервые высказал выдающийся американский геофизик Б. Гутенберг. Впоследствии его идеи были развиты другими учеными. Последние годы не раз публиковались данные, подтверждающие существование слоя пониженной скорости в земной коре континентов. И. Л. Нерсесов и Л. С. Чепкунас на основе анализа местных землетрясений доказали, что в земной коре Гармского района есть волновод.

Высокая сейсмичность позволила «просветить» земную кору источниками, расположенными на глубинах от 5 до 30 км.

Чем же вызвано уменьшение скорости распространения упругих волн с глубиной? Ведь, казалось бы, чем глубже залегают по-



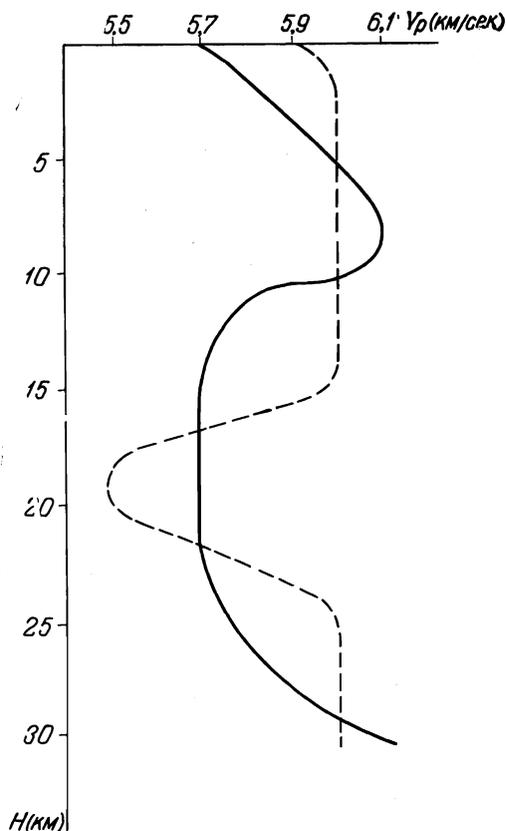
**ВОЛНОВОД — СЛОЙ ПОНИЖЕННЫХ СКОРОСТЕЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН.** Сейсмические лучи изгибаются к участкам среды, где скорость наименьшая. Энергия, которую несут в себе сейсмические волны, может распространяться в волноводе на большие расстояния.  $V$  — скорость сейсмических волн,  $H$  — глубина

роды, тем под большим давлением они находятся, становятся плотнее и монолитнее, увеличивается их упругость, а следовательно, возрастает и скорость. Однако лабораторные опыты показывают, что ниже определенной глубины увеличение скорости, вызванное давлением, гасится за счет возрастания температуры. Именно этими процессами объясняется существование волновода. Но поскольку непосредственные наблюдения свойств земных недр на больших глубинах отсутствуют, следует считать это объяснение хотя и правдоподобным, но все же гипотетическим.

Изучение волновода в Гармской области продолжается, и уже в недалеком будущем можно надеяться получить новые интересные результаты о влиянии слоя пониженных скоростей на сейсмичность. Не ограничиваясь только кинематическими методами исследования, т. е. изучением времени прихода волн, геофизики привлекут для физической интерпретации результатов и динамические методы — изучение амплитуд и периодов волн, а также длительности колебаний.

Успешно использовал динамические характеристики волн для изучения земных недр А. А. Лукк. Исследуя затухание амплитуд упругих волн, пересекающих глубоководную зону Памиро-Гиндукушских землетрясений\*, он установил, что очаговая зона обладает аномально высокими поглощающими свойствами. А. А. Лукк использовал наблюдения 1965—1966 гг. В этот период общее число регистрирующих станций достигло 25. Оказалось, что значения амплитуд упругих волн, приходящих на станции, одинаково удаленные от очагов землетрясений, различаются почти на порядок. Наибольшие значения амплитуд обнаружены на станциях вне эпицентральной зоны, минимальные значения — на станциях в пределах самой эпицентральной зоны, а также в тех случаях, когда волна большую часть пути проходит через очаговую область землетрясения.

\* Памиро-Гиндукушская зона глубоководных землетрясений — одна из интереснейших областей земного шара — расположена в центральной части азиатского континента, в месте пересечения горных цепей Гималаев, Куэнь-Луня, Тянь-Шаня и Гиндукуша. Здесь ежегодно в интервале глубин 50—300 км происходит около 200 землетрясений с энергиями  $10^{11}$  дж и выше.



ГЛУБИННЫЙ СКОРОСТНОЙ РАЗРЕЗ земной коры по продольным волнам для Гармского района (пунктирная линия — западные эпицентры, сплошная — восточные эпицентры). На рисунке видны верхняя кровля и нижняя подошва волновода. Среднее значение скорости продольных волн в волноводе 5,5—5,7 км/сек, а выше и ниже волновода их скорость около 6,0—6,15 км/сек

Аналогичный результат получен при просвечивании очаговой зоны далекими землетрясениями по разным направлениям: амплитуды волн занижались у тех станций, на пути к которым сейсмический луч пересекал очаговую зону. По-видимому, между аномально высоким затуханием упругих колебаний в очаговой зоне глубоких Памиро-Гиндукушских землетрясений и крайне высоким уровнем сейсмической активности этой зоны существует вполне определенная взаимосвязь. Возможно, среда очаговой зоны отличается от вмещающего пространства большей «раздробленностью» за счет высо-

кого уровня сейсмичности внутри нее. В таком случае следует ожидать и более сильных поглощающих свойств среды.

Однако не все результаты можно объяснить с помощью сравнительно простых представлений о характере очаговой зоны. Когда А. А. Лукк сообщил, что продольные волны затухают в очаговой зоне гораздо сильнее, чем поперечные, и продемонстрировал сейсмограммы — все были крайне озадачены. Никто не смог предложить хоть сколько-нибудь удовлетворительного объяснения. Этот феномен еще ждет своей расшифровки.

А. В. Николаев рассказал о возможности исследования строения коры и верхней мантии по кратным отраженным волнам. Известно, что форма отраженных волн должна повторять форму прямой падающей волны. Если при сравнении формы записи прямой волны с формой колебаний на сейсмограмме можно выделить подобные уча-

стки, то они должны соответствовать отраженным волнам от каких-то границ. Глубина границ определяется по времени прихода волн.

Формы записи сравнивали машинным способом. Обобщая данные различных сейсмических станций, автор пришел к выводу, что отражающие границы в земной коре прерываются, выделяясь только отдельными отрезками на разных глубинах. Обладая незаурядными способностями художника, А. В. Николаев оформил свои представления о среде в виде картины (акварель), на которой границы в земной коре в зависимости от их резкости изображены разными оттенками красок от темно-коричневой до желтой. Картина, выполненная в импрессионистской манере, произвела на аудиторию сильное впечатление. Автор блеснул оригинальностью и в разработке метода, и в представлении результатов.



В ПЕРЕРЫВЕ между докладами



**ХАЙТСКИЙ ЗАВАЛ.** Эпицентр Хайтского землетрясения оказался на южных склонах Каратегинского хребта. Во время землетрясения верхняя часть горы Чокурак была сорвана и сброшена в долину, где располагался Хайт. Мощная лавина из огромных глыб горных пород, земли и вырванных деревьев погребла город. Толщина завала 70 км

Наибольший интерес у участников сессии вызвал доклад И. Л. Нерсесова, И. Г. Симбиревой и А. Н. Семенова об отношении скоростей распространения продольных  $V_p$  и поперечных  $V_s$  волн в области возникновения гармских землетрясений. Были построены карты изолиний величины отношения  $V_p/V_s$  для различных глубин, что позволило выделить объемы, где отношение  $V_p/V_s$  (1,67) было меньше, чем в окружающем пространстве (1,73—1,74). Очаги сильных землетрясений оказались на границах этих объемов, в местах достаточно резкого изменения отношения скоростей (т. е. ближе к границам неоднородностей в земной коре). Исследование механизма очагов слабых землетрясений показало, что движения в очагах, расположенных внутри выделенных объемов и вне их, имеют разные направления. Таким образом, выделенные

неоднородности отличаются не только механическими свойствами, но и характером подвижек в очагах. Границы этих объемов являются местами резкого перехода от одного вида движения к другому. К этим местам и приурочены сильные землетрясения.

Наблюдения также показали, что величина отношения  $V_p/V_s$  перед сильными землетрясениями меняется. В пяти рассмотренных случаях сильных землетрясений характер изменения величины отношения  $V_p/V_s$  был примерно одинаков. Приблизительно за 1,5—2,5 месяца до землетрясения величина  $V_p/V_s$  начинала уменьшаться, снижалась до минимума, а затем постепенно увеличивалась. Во время землетрясения это отношение достигало начального значения. После землетрясения отношение  $V_p/V_s$  колебалось, постепенно приближаясь к обычно наблюдаемой величине. В этих исследованиях

не все еще достаточно ясно, но их оригинальность и перспективность были отмечены на сессии.

Участники сессии обследовали эпицентральной зону Хаитского землетрясения 1949 года, которое еще свежо в памяти местных жителей. Это землетрясение было большим бедствием для Хаитского района. Осмотр завала, сознание, что под твоими ногами город, потрясли участников экскурсии и еще раз убедили в необходимости разработки эффективных методов прогноза землетрясений.

Сейчас в долине недалеко от завала вырос новый поселок. На самом краю его, у подножия гор расположена станция КСЭ, на которой ведутся круглосуточные наблюдения за сейсмическим режимом.

В последний день сессии для участников был организован прощальный ужин. Из Гарма был приглашен повар — специалист по национальной кухне. На костре в двух больших чанах готовился плов и варилась шурпа. После ужина никому не хотелось расходиться. Давно уже погасли огни,

на черном южном небе сияли звезды, которых здесь видно неизмеримо больше, чем над Москвой или Ленинградом. Высоко в горах иногда появлялись движущиеся огоньки — это запоздавшие машины пробирались по горным дорогам. Шумел Сурхоб, и под мягкий аккомпанемент гитары звучали любимые песни геофизиков и геологов.

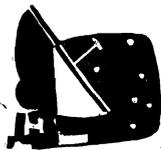
Участники сессии разъезжались, унося с собой воспоминания о людях, которые здесь, вдали от больших городов, мирясь со многими неудобствами, с энтузиазмом служат большой науке. Работы, доложенные на сессии, свидетельствуют о новых важных достижениях сейсмических исследований, отличающихся смелостью и оригинальностью в постановке и решении задач. Молодежь КСЭ способна проводить серьезные геофизические исследования современными методами и творчески интерпретировать результаты.

*С. Д. В И Н О Г Р А Д О В*

*кандидат физико-математических наук*

*О. Г. Ш А М И Н А*

*кандидат физико-математических наук*



## **АСТРОНОМЫ ОБСУЖДАЮТ ПРОБЛЕМЫ АСТРОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

В последние годы специалисты-астрономы, следуя примеру своих коллег математиков и физиков, стали уделять значительное внимание проблемам образования.

Впервые на XII съезде Международного астрономического союза (Гамбург, 1964 г.) была создана специальная Комиссия по астрономическому образованию (Комиссия № 46), которую возглавил известный французский ученый Е. Шатцман. На XIII съезде МАС (Прага, 1967 г.) профессора Шатцмана сменила на посту президента Комиссии № 46 доктор Е. Мюллер (Швейцария), а вице-президентом Комиссии № 46 стал чешский астроном Дж. Клечек.

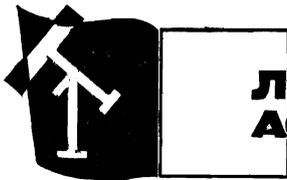
В оживленных дискуссиях, происходивших на заседаниях Комиссии № 46 в Праге, принимали участие около 80 представителей различных стран (от нашей

страны — Е. К. Харадзе, Д. Я. Мартынов, П. Г. Куликовский, Э. В. Кононович, Е. П. Левитан). В Праге затрагивались вопросы, касающиеся всех ступеней астрономического образования, включая начальную и среднюю школы, высшие учебные заведения (обсуждались преимущественно университеты), аспирантуру, а также говорилось о том, как осуществляется популяризация астрономических знаний среди населения. Комиссия наметила в ближайшее время систематизировать и опубликовать важнейшие сведения об учебниках, научно-популярных книгах и журналах, а также различных пособиях (картах, атласах, диафильмах, диапозитивах, кинофильмах и т. п.), которые наиболее успешно используются в разных странах. Комиссия № 46 будет также

организовывать (совместно с ЮНЕСКО) летние школы для молодых астрономов.

Как известно, в нашей стране уже много лет большое внимание вопросам астрономического образования уделяет Всесоюзное астрономо-геодезическое общество, учебно-методическую секцию которого возглавляет профессор Р. В. Куницкий. Следует с удовлетворением отметить, что в последнее время и Астрономический совет Академии наук СССР стал более широко, чем прежде, заниматься астрономическим образованием. Об этом свидетельствуют, например, состоявшийся в конце 1967 г. пленум Совета по подготовке астрономических кадров («СПАК») при Астросовете АН СССР (председатель профессор Н. П. Грушинский).

*Е. П. ЛЕВИТАН*



## Любителям астрономии — о телескопах. I

*Н. Н. МИХЕЛЬСОН*

*кандидат физико-математических наук*

В нескольких номерах «Земли и Вселенной» (№ 4, 5 за 1965 г., № 1, 2, 5 за 1966 г. и № 4, 6 за 1967 г.) мы печатали статьи для любителей телескопостроения. Пользуясь содержащимися в них рекомендациями, многие наши читатели увлеклись интересным и полезным делом — строительством самодельных телескопов. Но в своих письмах в редакцию читатели просят нас подробнее рассказать об оптических свойствах телескопов, о системах управления телескопами и т. д. Мы надеемся, что обстоятельным ответом на такие вопросы будет цикл статей «Любителям астрономии — о телескопах», который мы начинаем публиковать в данном номере. Автор статей Н. Н. Михельсон, известный советский специалист, возглавляющий Комиссию по астрономическому приборостроению Астросовета Академии наук СССР

Современные астрофизические исследования невозможны без применения крупных телескопов, оснащенных совершенной светоприемной аппаратурой.

Яркие звезды на небе изучены в общем достаточно хорошо. Но есть множество слабых объектов, которые представляют для астрономов особый интерес. Это — редко встречающиеся типы звезд, которых нет в ближайших окрестностях Солнца; отдаленные галактики; новые и сверхновые звезды, вспыхи-

вающие как в нашей Галактике, так и в других; недавно обнаруженные загадочные объекты, получившие название квазаров, и т. д.

Для исследования тел нашей солнечной системы — Луны, планет и их спутников, а также комет, использование больших телескопов, как это будет показано ниже, к сожалению, менее эффективно.

### ЧТО ТАКОЕ ТЕЛЕСКОП?

Наблюдения в телескоп могут производиться визуально

(т. е. глазом) или объективными методами (фотографированием неба, получением спектрограмм звезд, планет и туманностей, применением электрофотометрии и пр.)

Телескоп — это оптическая система, главной частью которой является линзовый или зеркальный объектив. Телескоп, предназначенный для фотографирования неба, отличается от фотоаппарата только размером и конструктивными особенностями. Основные характеристики телескопа, предназначенного для

фотографирования неба, — диаметр  $D$  его объектива, фокусное расстояние  $F$  и относительное отверстие  $A = D/F$ . Масштаб изображения на фотопластинке зависит только от фокусного расстояния  $F$ . Изображение объекта, видимый угловой диаметр которого равен  $a''$ , будет иметь на фотопластинке линейный диаметр:

$$M = \frac{F \cdot a}{206265} \text{ м.м.},$$

где  $F$  — фокусное расстояние объектива (в миллиметрах).

Визуальный телескоп отличается от фотографического тем, что у него есть окуляр, который играет роль линзы, позволяющей наблюдателю рассматривать изображение, построенное объективом в фокальной плоскости.

## УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕЛЕСКОПА

Угол  $w$ , под которым виден предмет в телескоп, больше угла  $u$ , под которым наблюдается тот же предмет невооруженным глазом, в  $n$  раз. Отношение  $w$  к  $u$  называется увеличением телескопа:

$$n = \frac{w}{u}.$$

Увеличение равно также отношению фокусного расстояния  $F$  объектива к фокусному расстоянию  $f$  окуляра:

$$n = \frac{F}{f}.$$

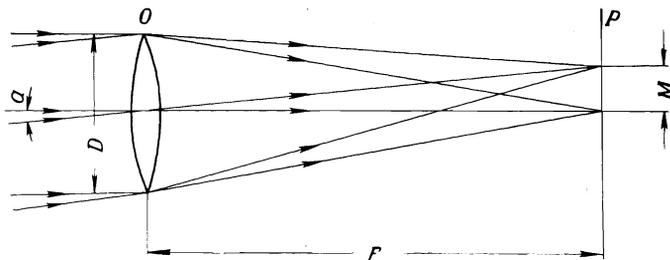
Увеличение телескопа можно вычислить еще одним способом. В телескопе, схема которого изображена на рисунке, помещенном на странице 66 (второй сверху), объектив  $O_1$  является входным зрачком, так как количество света, попадаю-

щее в телескоп, зависит от его размера (в других, более сложных системах телескопов входной зрачок может и не совпадать с плоскостью объектива). Все лучи, выходящие из окуляра, образуют конус, имеющий минимальное сечение в плоскости, сопряженной с плоскостью объектива. В этой плоскости окуляр строит изображение объектива. Минимальный поперечник конуса, являющийся изображением входного зрачка, называется выходным зрачком телескопа. Если диаметр входного зрачка телескопа  $D$ , а выходного  $d$ , то увеличение

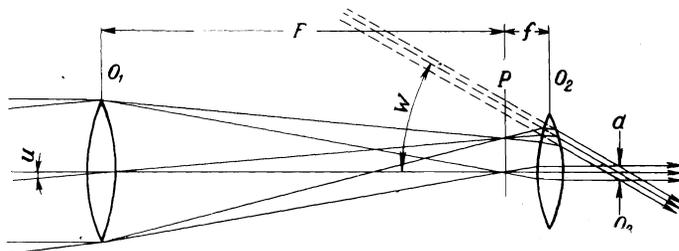
$$n = \frac{D}{d}.$$

Очевидно, если диаметр  $d$  выходного зрачка телескопа превышает зрачок глаза (в темноте зрачок человеческого глаза расширяется, его диаметр ночью достигает 6—7 мм), то часть света не попадает в глаз наблюдателя и не будет использована. Поэтому диаметр выходного зрачка  $d$  не должен превышать 6 мм. Значит для каждого телескопа имеется некоторое минимальное увеличение, которое разумно применить:

$$n_{\min} = \frac{D}{6}.$$



ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА ТЕЛЕСКОПА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ НЕБА.  $O$  — объектив с диаметром  $D$  и фокусным расстоянием  $F$ ;  $P$  — фотопластинка. Изображение объекта, видимый угловой диаметр которого равен  $a$ , будет иметь на фотопластинке линейный диаметр  $M$



ОПТИЧЕСКАЯ СХЕМА ВИЗУАЛЬНОГО ТЕЛЕСКОПА.  $O_1$  — объектив с фокусным расстоянием  $F$ ;  $O_2$  — окуляр, фокусное расстояние которого  $f$ ;  $P$  — фокальная плоскость. Объект виден невооруженным глазом под углом  $u$ , а в телескоп — под углом  $w$ . Лучи, выходящие из окуляра, образуют конус, имеющий минимальное сечение  $d$  в плоскости  $O_3$

Могут спросить: «кому интересно минимальное разумное увеличение? Ведь всегда стремятся применить наибольшее увеличение».

Некоторые считают, что основная задача телескопа «приблизить» объект наблюдения, показать его в увеличенном виде. Бытует представление, что крупные телескопы обеспечивают увеличения в тысячи и десятки тысяч раз. Это неверно. Конечно, при визуальных наблюдениях Луны и планет желательно иметь увеличение побольше, чтобы разглядеть более мелкие детали. Однако безграничный рост увеличения не только не целесообразен, но и вреден. Человеческий глаз может видеть раздельно два предмета, если угол между направлениями на них не меньше одной минуты дуги. Визуальный телескоп увеличивает этот угол и тем самым позволяет рассмотреть более мелкие детали, которые раньше порознь не различались. Предел возможного увеличения телескопа зависит от разрешающей силы объектива, турбулентности земной атмосферы, падения видимых контрастов с ростом увеличения и, наконец, несовершенства оптики телескопа.

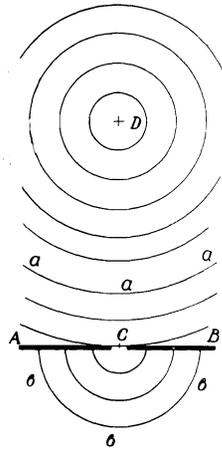
Прежде всего мы выясним, что такое разрешающая сила телескопа и от чего она зависит.

## ДИФРАКЦИЯ СВЕТА И РАЗРЕШАЮЩАЯ СИЛА ОБЪЕКТИВА ТЕЛЕСКОПА

Все звезды, даже самые ближайшие и самые большие, столь далеки от нас, что любая из них видна как светящаяся точка. Действительно, наибольший угловой диаметр

звезд составляет всего около  $0'',05$ . Поэтому принимают, что лучи света, попадающие в объектив телескопа, идут строго параллельным пучком из бесконечности.

Свет — процесс волновой, и параллельный пучок света может быть представлен как серия плоских параллельных волн, следующих друг за другом. В 1690 г. Х. Гюйгенс сформулировал правило, объясняющее многие оптические явления. Это правило, полу-

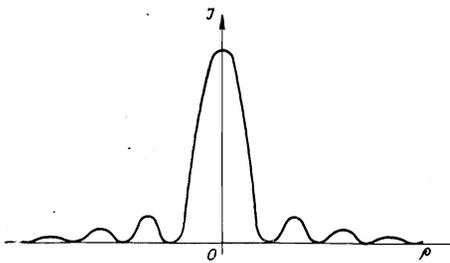


**РАСПРОСТРАНЕНИЕ** волн через небольшое отверстие. В сосуде с водой укреплены две перегородки *A* и *B* так, чтобы между ними осталась узкая щель *C*. Если в точке *D* возбудить колебания, то волны разбегутся концентрическими кругами (*a-a-a*) и достигнут перегородки. Щель *C* будет служить источником новых колебаний (*e-e-e*), распространяющихся по другую сторону перегородки. Центр этих колебаний будет в точке *C*

чившее название «принцип Гюйгенса», теоретически было обосновано много позднее. Принцип Гюйгенса гласит, что каждая точка волны может рассматриваться как новый источник колебаний, порождающий новую волну. Этот принцип легко проверить самим, исследуя распространение волн в воде. Укрепите в достаточно большом сосуде с водой две перегородки так, чтобы между ними осталась узкая щель. Если в стороне от перегородки возбудить колебания, то волны разбегутся концентрическими кругами (*a-a-a*) и достигнут перегородки. Щель будет служить источником новых колебаний, распространяющихся по другую сторону перегородки.

То же самое происходит, если плоская световая волна падает на объектив: каждая точка его становится источником новых колебаний. В фокальной плоскости телескопа все эти волны складываются. Там где гребни двух волн складываются, свет усиливается, а где гребень одной волны попадает на впадину другой — свет гасится. В результате в центре изображения будет яркий кружок, а вокруг него — кольца ослабевающей яркости. Поперечники кружка и колец зависят от диаметра объектива. Чем больше объектив, тем меньше кружок и меньше кольца. Это явление носит название дифракции света. Причина его, как мы видим, в волновой природе света.

Дифракция приводит к тому, что при достаточно большом увеличении и спокойных изображениях звезда в телескопе имеет вид точки, окруженной системой колец, бы-



**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВЕТА В ПЯТНЕ ДИФРАКЦИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗВЕЗДЫ.**  $I$  — яркость изображения,  $\rho$  — угловое расстояние от центра изображения

стро ослабевающих от центра к периферии. Такое изображение звезды называется дифракционным. Угловой радиус  $\alpha$  центрального

кружка зависит только от диаметра объектива телескопа  $D$  и длины световой волны  $\lambda$ . Чем больше диаметр объектива, тем меньше размер этого кружка:

$$\alpha = \frac{\lambda}{40D},$$

где  $\alpha$  выражено в секундах дуги,  $\lambda$  — в ангстремах ( $10^{-8}$  см), а  $D$  — в миллиметрах.

Для видимого света можно принять  $\lambda = 5500 \text{ \AA}$ , откуда

$$\alpha = \frac{140}{D}.$$

Две звезды, отстоящие одна от другой на расстоянии меньшем, чем  $\alpha$ , наблюдатель увидит как одну. Применение более сильных окуляров, обеспечивающих большее увеличение, позволит лишь

четче видеть дифракционное изображение, но две звезды по-прежнему будут наблюдаться в виде одного пятнышка, окруженного кольцами.

Пользуясь формулой

$$\alpha = \frac{140}{d},$$

можно определить, что для телескопа с диаметром объектива 140 мм радиус центрального дифракционного кружка равен  $1''$ , для телескопа с диаметром объектива 1,4 м —  $0'',1$ , а 5-метровый телескоп обсерватории Маунт Паломар дает кружок радиусом всего около  $0'',03$ .

Величина  $\alpha$  называется разрешающей силой телескопа.

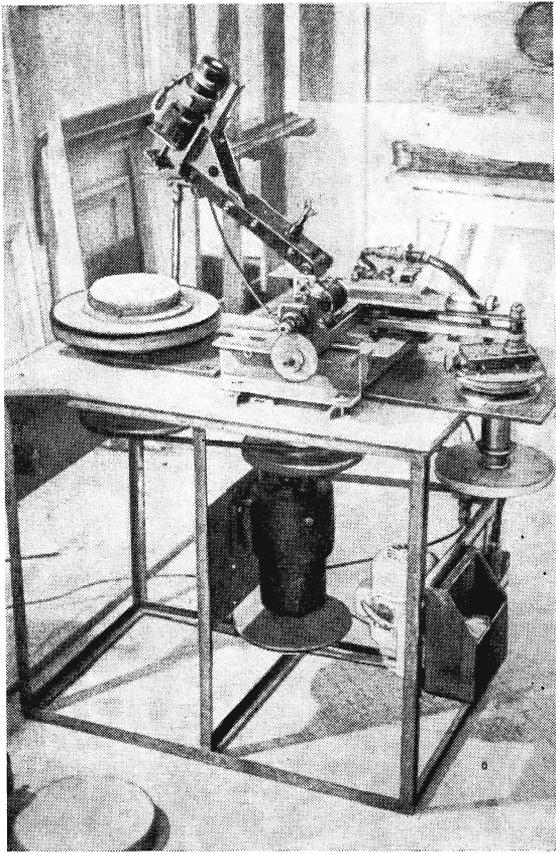
*(Продолжение в следующем номере журнала)*

## Совещаются любители, строящие астрономические приборы

22—23 января 1968 г. в лекционном зале Ленинградского планетария состоялся третий коллоквиум по вопросам любительского телескопостроения. Первые два коллоквиума Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО) созывало в Москве в 1960 г. и 1964 г. Совещания, на которых обсуждаются достижения, планы и нужды любителей, строящих самодельные астрономические приборы, стали необходимы. Сейчас, как никогда, быстро развивается этот увлекательный и вместе с тем очень важный для популяризации астрономии вид самостоятельного технического творчества, зародившийся в России в начале века.

В настоящее время любители начали создавать более мощные и сложные инстру-

менты, чем раньше. Это уже не только телескопы, но и такие астрономические инструменты, как, например, коронографы. Любители осваивают фотометрические и спектроскопические методы исследований небесных объектов, электронику и т. п. Любительское телескопостроение перерастает в любительское астроприборостроение. Если несколько лет назад типичным любительским телескопом был рефлектор системы Ньютона с главным зеркалом, диаметр которого не превышал 100—150 мм, то теперь можно все чаще встретить любительские инструменты с диаметром главного зеркала 250 и даже 300 мм. Для создания больших телескопов любители (например, Е. Н. Трошев, П. П. Аргунов), а также коллективы



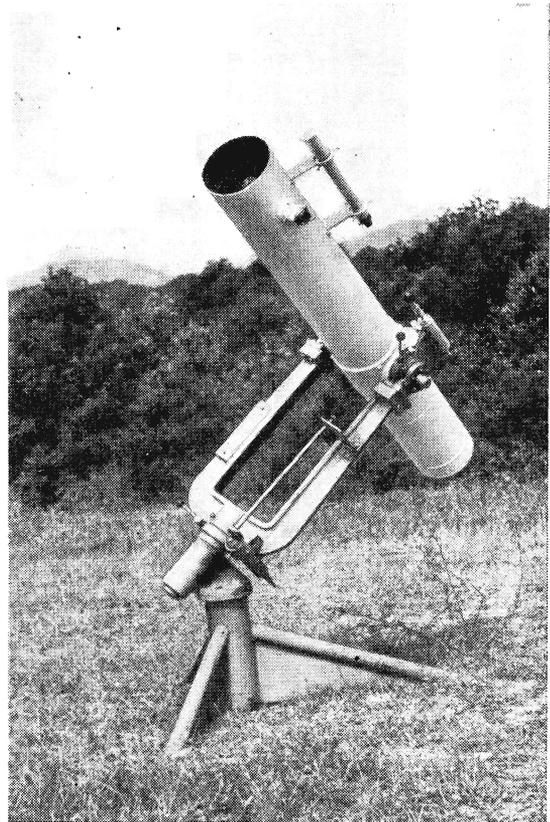
**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СТАНОК** для обработки зеркал телескопов, созданный Е. Н. Трошевым (Московское отделение ВАГО)

любителей строят шлифовально-полировальные и даже самодельные металлообрабатывающие станки.

О больших успехах, достигнутых телескопостроителями Крымского отделения ВАГО, рассказал председатель этого отделения В. В. Мартыненко. В оптико-механической мастерской учащиеся школ и студенты под руководством кандидата технических наук Г. М. Попова изготавливают оптические детали для обсерватории, существующей при Крымском отделении ВАГО, для астрономических кружков и других организаций, а также для любителей, работающих самостоятельно. В Крымском отделении ВАГО делают сейчас зеркало с диа-

метром 550 мм. В мастерской создаются инструменты, используемые любителями при электрофотометрических наблюдениях метеоров, при наблюдениях Солнца, спектрогелиоскопы. По разработанному в мастерской проекту изготавливаются также купола для любительских обсерваторий.

Большая работа развернулась и в Азербайджанском отделении ВАГО. При Бакинском дворце пионеров и школьников и Парке пионеров давно существует группа учащейся молодежи (главным образом школьников), о деятельности которой рассказал на коллоквиуме ее руководитель С. И. Сорин. Любители строят телескопы и различные астрономические приборы. В их



**160-МИЛЛИМЕТРОВЫЙ РЕФЛЕКТОР** системы Ньютона, построенный в Бакинском дворце пионеров и школьников под руководством С. И. Сорина



**ШЛИФОВКА 520-МИЛЛИМЕТРОВОГО зеркала в Бакинском дворце пионеров и школьников**

распоряжении шлифовально-полировальный и другие станки. В настоящее время они делают зеркало диаметром 520 мм для большого телескопа-рефлектора. Это будет уже третий телескоп с полуметровым зеркалом, изготовленный любителями. Первый был построен в 1965 г. группой любителей Латвийского отделения ВАГО под руководством М. Л. Гайлиса и уже несколько лет находится в эксплуатации. Второй полуметровый телескоп делают в Крымском отделении ВАГО.

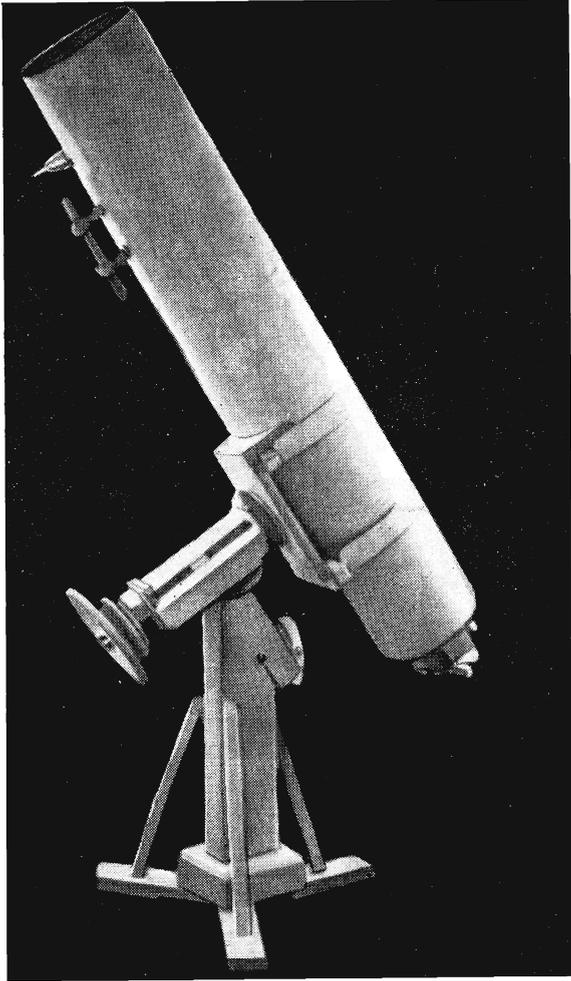
При Дворце пионеров и школьников в Баку строится обсерватория, где будет установлен телескоп-рефлектор с диаметром зеркала 260 мм, изготовленный любителями.

Все чаще появляется в любительском исполнении телескоп системы Кассегрена. Изготовление и исследование вторичных выпуклых гиперболических зеркал в таких телескопах — задача для любителя гораздо более сложная, чем шлифовка, полировка и исследование вогнутых параболических, а тем более сферических зеркал. Сообщение С. Д. Чувахина (Московское отделение ВАГО) было посвящено рациональному методу шлифовки и полировки выпуклых гиперболических зеркал и наиболее простому способу исследования их поверхности. С. Д. Чувахин уже построил два телескопа системы Кассегрена с диаметрами главного зеркала 150 и 220 мм.

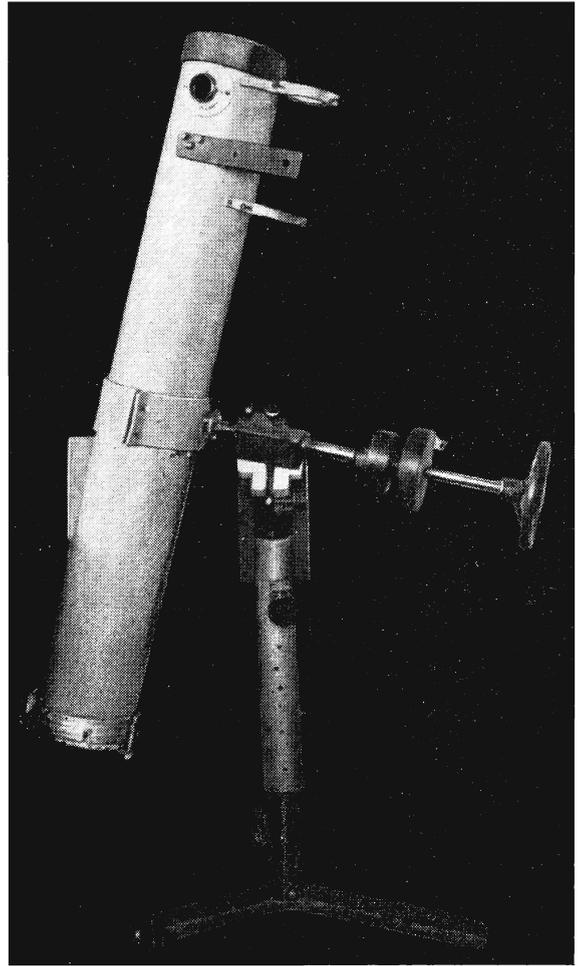
Б. К. Орлов (Московское отделение ВАГО) рассказал о наиболее рациональном методе расчета параметров самодельного телескопа. Он предложил ряд таблиц, графиков, номограмм, помогающих быстро и наглядно получить необходимые данные.

Известный ленинградский любитель А. С. Фомин, построивший уже больше полутора десятков первоклассных телескопов, разработал очень легкую и в то же время весьма совершенную и устойчивую установку любительского телескопа. А. С. Фомин применил эту установку для своего высокомеханизированного универсального переносного телескопа-рефлектора со сменной оптикой (диаметр главного зеркала 340 мм). А. С. Фомин построил также камеру Шмидта. Шлифовка и полировка любительскими средствами «пластины Шмидта» — оптической детали с поверхностью сложной кривизны — дело очень трудное.

С интересом было встречено выступление А. А. Михеева (Ростовское отделение ВАГО). А. А. Михеев — известный любитель-астроном, построивший несколько телескопов, неутомимый пропагандист астрономических знаний. Он разработал проект и почти закончил строительство разборной народной обсерватории. Все в ней, начиная от купола диаметром 5 м, и кончая



220-МИЛЛИМЕТРОВЫЙ ТЕЛЕСКОП системы Кассегрена, построенный С. Д. Чувахиным (Московское отделение ВАГО)



140-МИЛЛИМЕТРОВЫЙ РЕФЛЕКТОР системы Ньютона, сделанный московским любителем телескопостроения Б. К. Орловым

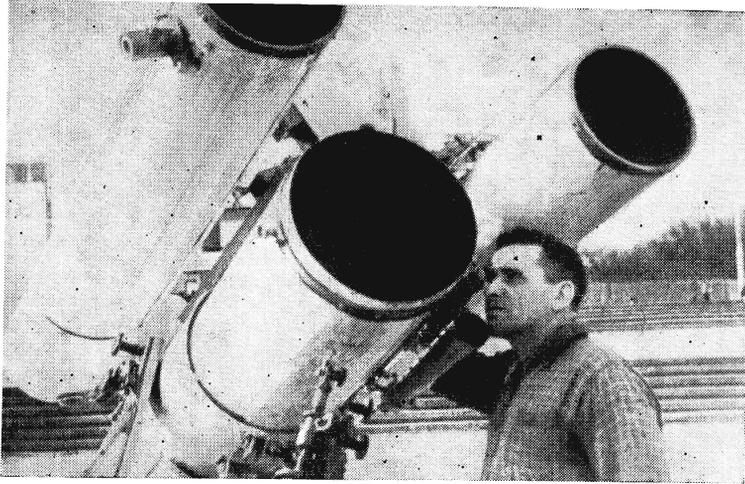
телескопом (сдвоенный рефлексор — 200 и 325 мм), сделано его руками.

Руководитель юношеской секции Новосибирского отделения ВАГО С. С. Воинов рассказал собравшимся о простейшей обсерватории — павильоне с откатывающейся крышей, построенной новосибирскими любителями. В этой обсерватории можно разместить два телескопа.

В Одесском инженерно-строительном институте под руководством архитектора И. М. Безчастнова и при консультации Цен-

трального совета и Одесского отделения ВАГО разработаны типовые проекты народных обсерваторий (см. «Земля и Вселенная», № 2, 1968 г.). Это поможет ускорить строительство народных обсерваторий, призванных популяризировать достижения астрономической науки среди населения.

Сейчас, когда постройкой самодельных телескопов занимаются многие, особенно важно организовать через торговую сеть снабжение любителей материалами, которые необходимы для создания самодельных

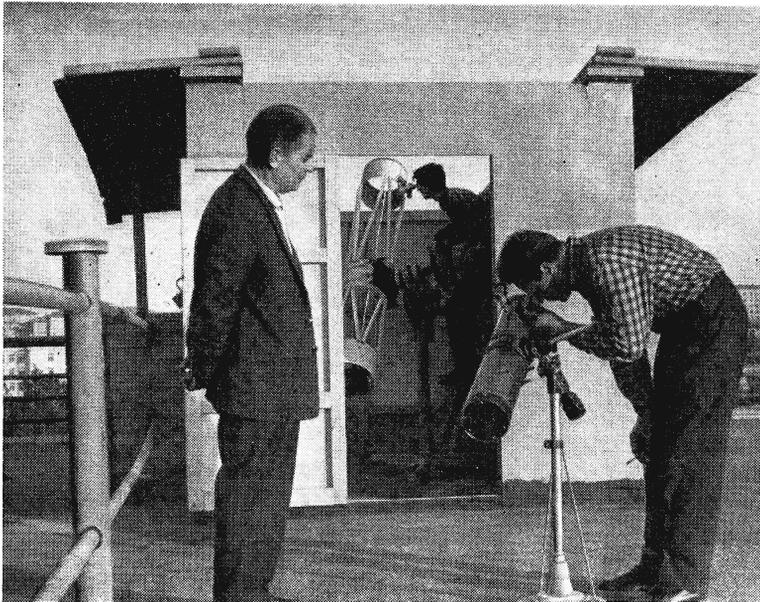


**А. А. МИХЕЕВ** (Ростовское отделение ВАГО) около изготовленного им тройного телескопа

астрономических приборов (в первую очередь, стеклянные диски, линзы для окуляров и наборы шлифующих материалов). Детализированные проекты таких наборов были разработаны и выполнены А. Н. Подъяпольским (Московское отделение ВАГО) и пере-

даны Главучтехпрому для производства и реализации. Но до сих пор любители так и не могут приобрести в магазинах детали для изготовления самодельных телескопов.

Ленинградский коллоквиум также отметил, что оптико-механические заводы долж-



**ПАВИЛЬОН** для любительских телескопов при Московском дворце пионеров. Установленный в павильоне телескоп, диаметр главного зеркала которого 220 мм, создан С. К. Савиным. На переднем плане — телескоп с диаметром зеркала 110 мм, построенный А. Н. Подъяпольским

ны наладить серийный выпуск недорогих телескопов-рефлекторов с диаметром зеркала 160—320 мм.

Решено привлекать больше молодежи к работе будущих коллоквиумов телескопостроителей, шире освещать достижения астро-

номического приборостроения, а также наладить обмен опытом советских и зарубежных любителей.

*М. М. ШЕМЯКИН  
заведующий отделом любительского телескопостроения ЦС ВАГО*

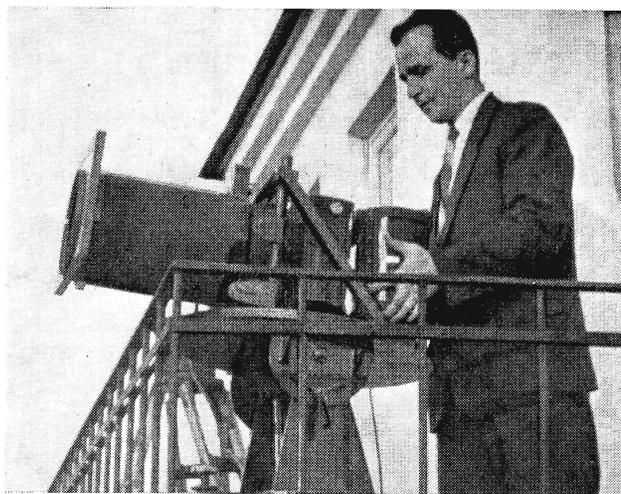
## Новые лауреаты поощрительных премий ВАГО

Центральный совет Всесоюзного астрономо-геодезического общества присудил поощрительные премии ВАГО новой группе любителей астрономии и телескопостроения, чьи работы получили признание и высокую оценку специалистов.

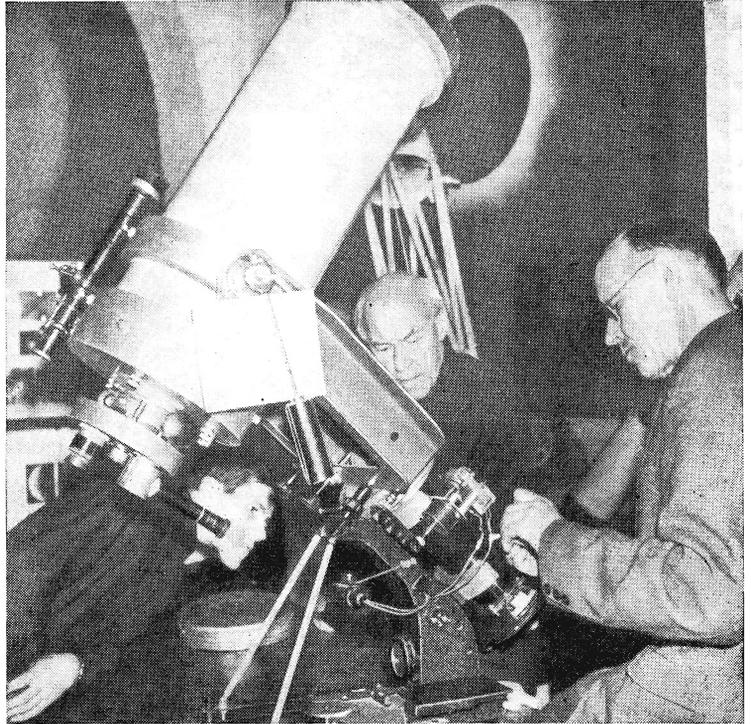
Напомним, что поощрительные премии ВАГО выплачиваются ежегодно из фонда, завещанного обществу львовским любителем астрономии Е. Н. Кононенко. Центральный совет ВАГО установил три премии: первая — 200, вторая — 150 и третья 100 рублей. Премии присуждаются членам общества за лучшие работы в области астрономии, космической геодезии и любительского телескопостроения.

Первая премия 1966 года присуждена Николаю Ивановичу Гришину (Московское отделение ВАГО) за цикл работ по исследованию серебристых облаков и организацию их наблюдений во всесоюзном и международном масштабах.

Н. И. Гришин начал изучать серебристые облака в 1950 г. и уже опубликовал свыше 40 научных работ по исследованиям этого необычного явления природы. Н. И. Гришину удалось пронаблюдать свыше двухсот появлений серебристых облаков. Он впервые применил замедленную киносъемку для изучения форм и движений серебристых облаков, получил первые цветные снимки серебристых облаков, а затем — их



**Н. И. ГРИШИН ГОТОВИТ ПРИБОР** для фотографирования серебристых облаков (1959 г.)



**П. П. АРГУНОВ** (справа) у построенного им телескопа катадиоптрической системы (диаметр зеркала 250 мм)

спектры. Впервые подвергнув спектры серебристых облаков фотометрической обработке, Н. И. Гришин обнаружил отдельные максимумы, похожие на полосы излучения. Н. И. Гришин разработал морфологическую классификацию серебристых облаков, которая была положена в основу международной классификации. В последнее время Н. И. Гришин предложил новую гипотезу образования серебристых облаков, согласно которой эти облака возникают в результате агломерации (объединения) молекул кислорода, озона и их полимеров. Большую роль сыграл Н. И. Гришин в организации систематических наблюдений серебристых облаков отделениями ВАГО по программам МГГ и МГСС.

Вторая премия 1966 года присуждена Павлу Павловичу Аргунову (Одесское отделение ВАГО) за работы по созданию новых систем катадиоптрических телескопов и за активное участие в развитии любительского телескопостроения.

П. П. Аргунов — доктор технических

наук, профессор, но в астрономии и в телескопостроении он — любитель. Начав в 1960 г. с изготовления самодельной 1,5-дюймовой трубы, П. П. Аргунов вскоре приступил к серьезному изучению оптики и к расчетам новых оптических систем. В 1962 г. он разработал катадиоптрический телескоп с зеркально-линзовым корректором, устраняющим aberrации главного зеркала. Как и в менисковом телескопе Максудова, главное зеркало в телескопе системы Аргунова делается сферическим. Но вместо громадного мениска (из-за трудности изготовления диаметр менисковых телескопов пока ограничен 70 см) в сходящемся пучке лучей стоит небольшая зеркально-линзовая система (корректор).

В 1963 г. П. П. Аргунов построил 10-дюймовый телескоп своей системы и получил на нем прекрасные снимки Луны и планет. В астрономической обсерватории Одесского университета создан 17-дюймовый телескоп системы Аргунова, который с успехом применяется для исследования спектров звезд. Недавно П. П. Аргунов разработал проект

1,5-метрового телескопа катадиоптрической системы с интересными конструктивными нововведениями. Новый телескоп будет строиться астрономической обсерваторией Одесского университета.

Для школ и педагогических институтов П. П. Аргунов предложил проект малого (6-дюймового) изохроматического телескопа. Проект получил одобрение Центрального совета ВАГО и Учебно-методического совета Министерства просвещения РСФСР. Одесское отделение ВАГО изготавливает 10-дюймовый телескоп этой конструкции.

Третья премия 1966 года также присуждена телескопостроителю — Алексею Николаевичу Подъяпольскому, заместителю заведующего отделом любительского телескопостроения Московского отделения ВАГО. Он не только построил несколько хороших телескопов диаметром до 220 мм, но и разработал полезные приспособления к ним, описание которых можно найти в сборниках «Любительское телескопостроение» («Наука», 1964 и 1966 гг.), а также в нескольких

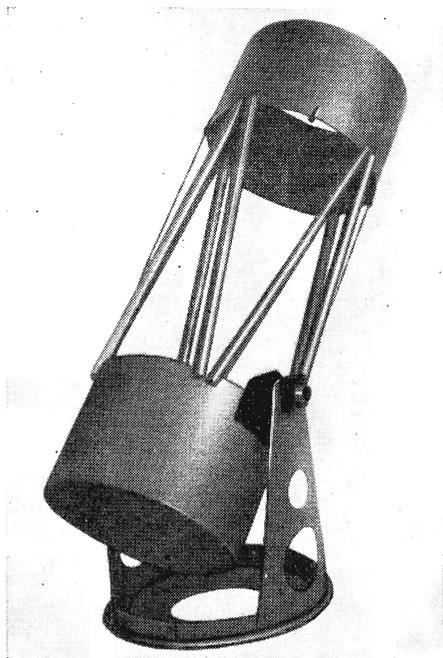
статьях, опубликованных в «Земле и Вселенной» (№ 2 и № 5, 1966 г.; № 4, 1967 г.). А. Н. Подъяпольский участвовал в подготовке к изданию брошюры М. М. Шемякина «Самодельный телескоп-рефлектор» («Малыш», 1966), причем — по иронии судьбы — конструкцию этого телескопа описал в брошюре художник М. М. Шемякин, а иллюстрацию сделал инженер А. Н. Подъяпольский.

Первая премия 1967 года присуждена Михаилу Михайловичу Шемякину за организацию работ по любительскому телескопостроению в ВАГО и его Московском отделении, а также за открытие и исследование цепочек лунных кратеров на видимой стороне Луны.

М. М. Шемякин — профессиональный художник, но, как многие люди различных профессий, стал любителем астрономии и телескопостроения. В конце 1959 г. под его руководством возобновил работу отдел любительского телескопостроения Московского отделения ВАГО, который М. М. Шемякин



**А. Н. ПОДЪЯПОЛЬСКИЙ** собирает установку для 250-миллиметрового телескопа



**ТРУБА И ВИЛКА** для 250-миллиметрового телескопа системы Кассегрена, сделанная **А. Н. Подъяпольским**



**М. М. ШЕМЯКИН** проводит занятия с юными телескопостроителями в Московском дворце пионеров

возглавляет и по сей день. В 1960 г. по инициативе М. М. Шемякина проводился первый коллоквиум по любительскому телескопостроению, в конце 1964 г. — второй, а в январе 1968 г. — третий\*. Эти коллоквиумы, а также два сборника «Любительское телескопостроение», составленные М. М. Шемякиным и изданные ВАГО и издательством «Наука», немало способствовали объединению сил любителей телескопостроения в нашей стране. Сейчас подготовлен к печати третий сборник. М. М. Шемякин написал много инструктивно-методических статей по вопросам постройки самодельных телескопов, некоторые из них опубликованы в журнале «Земля и Вселенная»\*\*.

В 1961 г. в «Бюллетене ВАГО» появилась статья, где М. М. Шемякин рассказал

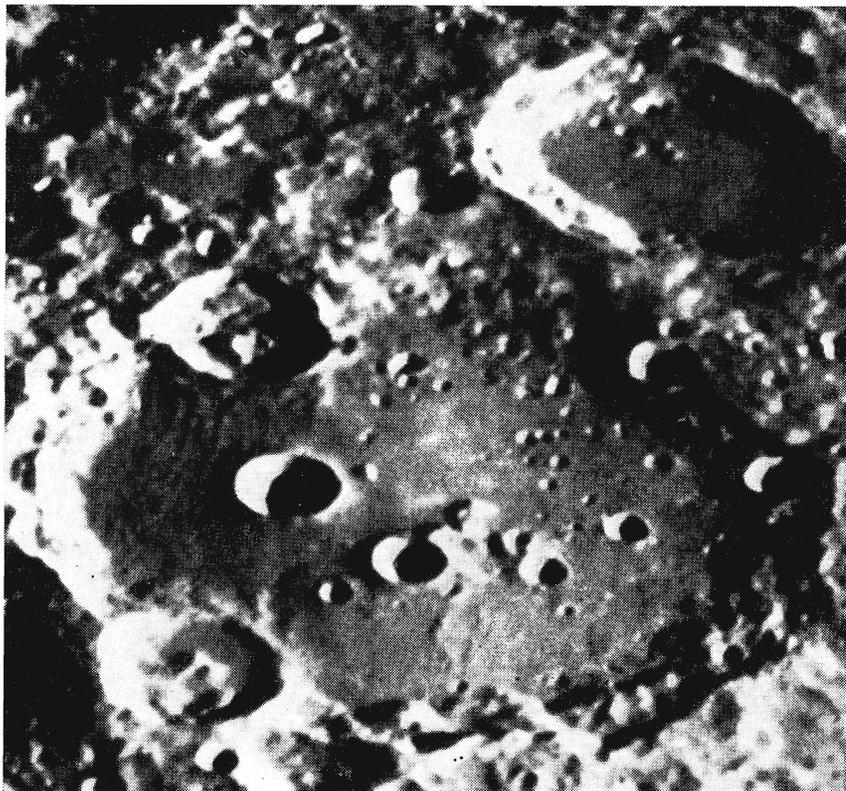
\* Статьи о коллоквиумах по любительскому телескопостроению опубликованы: «Земля и Вселенная», № 1, 2, 1965 г., а также в этом номере журнала, стр. 68.

\*\* См. «Земля и Вселенная», № 4, 5, 1965 г.; № 3, 1966 г.; № 6, 1967 г.

об удивительных особенностях в расположении некоторых малых кратеров, образующих цепочки в форме окружностей, причем и диаметры кратеров в цепочках, и расстояния между их центрами убывают в определенной закономерности. Продолжая свои исследования, М. М. Шемякин обнаружил на видимой стороне Луны более двух десятков таких закономерно расположенных кратеров разных размеров, в том числе и крупнейших. Эти работы были опубликованы и за рубежом, о них сообщалось и на XIII съезде Международного астрономического союза в Праге (1967 г.).

Вторую премию 1967 года было решено присудить коллективу московских исследователей метеоров: Роману Львовичу Хотинку, Валентину Ивановичу Цветкову, Инне Петровне Гандель и Анатолию Николаевичу Чигорину. Обширный цикл работ по изучению численности метеоров, выполненный этими любителями астрономии, включает разработку эффективной методики наблюдений численности метеоров, достаточно простой и в то же время дающей полноценный высококачественный материал. В осно-

**ЦИРК КЛАВИЙ НА ЛУНЕ.**  
На дне этого цирка М. М. Шемякин выявил цепочку из нескольких кратеров, размеры которых уменьшаются по определенной закономерности



ве этих наблюдений лежит одновременный счет метеоров многими наблюдателями в строго ограниченной специальной рамкой области неба. Параллельно регистрируются физические свойства метеоров. Такая техни-

ка наблюдений получила широкое распространение у нас и за рубежом.

Основную роль в разработке методики и популяризации этого вида наблюдений сыграл Р. Л. Хотинков, опубликовавший на эту

**МОСКОВСКИЕ** исследователи метеоров (слева направо): А. Н. Чигорин, И. П. Гандель, Р. Л. Хотинков, В. И. Цветков



тему 10 работ. По предложенной им программе несколько экспедиций 1956—1968 гг. выполняли наблюдения метеоров. Заслуга успешного проведения экспедиций принадлежит В. И. Цветкову. Систематизация и многочисленные варианты весьма трудоемкой математической обработки обильного наблюдательного материала (около 10 тысяч метеоров) в значительной степени были выполнены И. П. Гандель. Полная обработка наблюдений производилась на электронно-счетных машинах под руководством А. Н. Чигорина. Он разработал оригинальные программы вычислений, а также выполнил их статистическое обоснование. В результате

были получены интересные данные о распределении метеорных тел по массе, об абсолютной величине потока метеорной материи на Землю и о характере движения метеоров в межпланетном пространстве.

Третья премия 1967 года осталась неприсужденной. Экспертная комиссия (работавшая под председательством профессора Б. А. Воронцова-Вельяминова) призвала отделения ВАГО активнее использовать возможности выдвижения лучших работ любителей астрономии на соискание поощрительных премий ВАГО.

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

## АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В СЕНТЯБРЕ— ОКТАБРЕ 1968 ГОДА



23 сентября в 02<sup>ч</sup>26<sup>м</sup> по московскому времени Солнце пройдет точку осеннего равноденствия и начнется осень.

На что следует обратить внимание любителям астрономии осенью нынешнего года?

**ЗВЕЗДНОЕ НЕБО.** Вблизи южной части меридиана видна самая яркая звезда созвездия Орла — Альтаир. Рядом с этим созвездием, почти в меридиане, располагается небольшое созвездие Дельфина, на юго-востоке — созвездия Водолея и Пегаса. На востоке, высоко над горизонтом, сияют звезды созвездия Андромеды, в юго-западной и западной

частях неба видны созвездия Геркулеса, Северной Короны (со звездой Геммой), Волопаса (со звездой Арктуром). В северной части неба находится созвездие Большой Медведицы, а низко над горизонтом, на северо-востоке — созвездие Возничего.

В сентябре — октябре рекомендуем пронаблюдать некоторые интересные объекты созвездия Орла. В расположении ярких звезд этого созвездия древние астрономы видели фигуру летящего орла. Отсюда и название главной звезды созвездия — Альтаир (в переводе с арабского — летящий).

Греческий миф рассказывает, что Прометей без



ТАКИМ УВИДИТ ЗВЕЗДНОЕ НЕБО 10 сентября в 22 часа наблюдатель на широте 55°

разрешения богов подарил людям огонь. За это Зевс приковал Прометея к скалам. Каждый день прилетал Орел и клевал печень Прометея. От этих страданий Прометея освободил Геркулес, который смертельно поразил Орла стрелой (созвездия Орла, Геркулеса и Стрелы расположены рядом).

Главная звезда созвездия Орла — Альтаир — голубого цвета ( $0^m,9$ ). Расстояние до нее около 16 световых лет, а диаметр ее в 1,6 раза больше солнечного.

Звезда  $\eta$  Орла переменная, относится к классу цефеид. Видимый блеск звезды изменяется от  $3^m,7$  до  $4^m,4$  с периодом 7,18 суток. Координаты звезды:  $\alpha = 19^h49^m,9$  и  $\delta = +0^{\circ}53'$ .

R Орла — также переменная звезда типа Миры Кита, блеск ее колеблется между  $5^m,7$  и  $12^m,0$  с периодом 300,3 дня. Ближайший максимум блеска будет 1 ноября. Координаты звезды:  $\alpha = 19^h04^m,0$  и  $\delta = +8^{\circ}09'$ .

RT Орла ( $\alpha = 19^h35^m,7$  и  $\delta = +11^{\circ}36'$ ) перемен-

ная звезда типа Миры Кита. Ее видимый блеск изменяется от  $7^m,8$  до  $14^m,5$  с периодом 327 дней. Максимум блеска был 7 июня. Карты окрестностей переменных звезд R и RT Орла и звезды сравнения помещены на 3-й странице обложки.

В созвездии Орла много кратных звезд. Координаты одной из них — звезды 57 Орла:  $\alpha = 19^h51^m,9$  и  $\delta = -8^\circ22'$ ; звездные величины компонент  $5^m,8$  и  $6^m,5$ ; видимое угловое расстояние между ними  $35'',7$ ; позиционный угол  $170^\circ,5$ . Двойственность 57 Орла можно обнаружить в трубу с диаметром объектива около 55 мм при увеличении в 20 раз.

**ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ.** Меркурий виден лишь со второй половины октября по утрам в созвездии Девы. Блеск планеты возрастает от  $1^m,4$  во второй половине октября до  $-0^m,7$  в конце месяца.

Венеру во второй половине октября можно наблюдать вечером как звезду  $-3^m,4$ . В это время планета находится в созвездии Весов, а затем переходит в созвездие Скорпиона.

Марс ( $2^m$ ) виден в восточной части неба в созвездии Льва.

Юпитер ( $-1^m,2$ ) можно наблюдать в последних числах сентября утром в созвездии Льва. В середине октября планета переходит в созвездие Девы.

Сатурн ( $0^m,4$ ) виден всю ночь в созвездии Рыб.

Уран ( $5^m,6$ ) со второй половины октября можно наблюдать перед восходом Солнца в созвездии Девы.

Нептун ( $7^m,7$ ) виден только в сентябре вечерами, низко над горизонтом, в юго-западной части неба. Планета в это время находится в созвездии Весов.

**ЗАТМЕНИЯ.** 22 сентября произойдет полное

солнечное затмение, видимое на территории СССР. Описание обстоятельств и карта затмения опубликованы в журнале «Земля и Вселенная», № 1, 1968 г., стр. 87. Там же читатель сможет познакомиться с простейшими наблюдениями, которые можно проводить во время этого затмения.

6 октября произойдет полное тенево-лунное затмение, которое будет наблюдаться только в Азиатской части СССР. Все фазы затмения будут видны к востоку от линии, пересекающей остров Пионер, Хатангу, Ербогачен, Алексеевск, Нижне-Ангарск, Баргузин. Луна вступит в полутень в  $11^h44^m,2$  (по московскому времени), полное затмение начнется в  $14^h10^m,0$  и закончится в  $15^h13^m,9$ . Максимальной фазы затмение достигнет в  $14^h41^m,9$ . В  $18^h39^m,7$  Луна выйдет из полутени.

**МАЛЫЕ ПЛАНЕТЫ.** В октябре в созвездии Кита недалеко от переменной звезды o Кита можно наблюдать малую планету Веста ( $7^m$ ). 24 октября планета будет находиться в противостоянии и будет удалена от Земли на 1,51 а. е., а от Солнца — на 2,5 а. е.

Координаты планеты (эпоха 1950 г.):

	$\alpha$	$\delta$
1 октября	$2^h44^m, 5$	$+1^\circ27'$
11 октября	$2^h06^m, 3$	$+0^\circ31'$
21 октября	$1^h56^m, 8$	$-0^\circ20'$
31 октября	$1^h47^m, 2$	$-0^\circ57'$

**МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ.** 10—12 сентября можно провести наблюдения метеорного потока  $\gamma$ -Драконид, координаты радианта которого  $\alpha = 17^h28^m$  и  $\delta = +54^\circ$ , а 22 октября — потока Орионид с координатами радианта  $\alpha = 6^h16^m$  и  $\delta = +15^\circ,1'$ .

А. Д. МАРЛЕНСКИЙ  
доцент  
В. Ф. ЗАБОЛОТНЫЙ



## В ОТДЕЛЕНИЯХ ВАГО

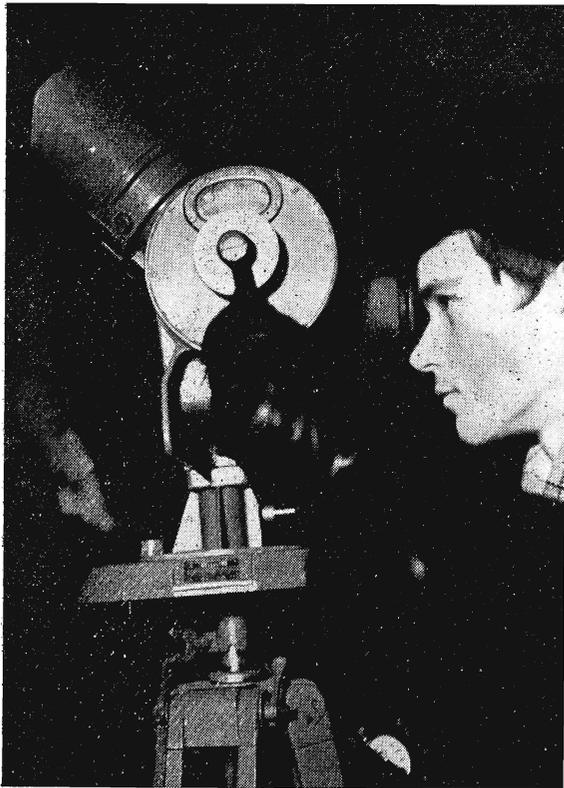
### ЮНОШЕСКАЯ СЕКЦИЯ ГОРЬКОВСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ ВАГО

Каждый ясный вечер раскрывается купол башни астрономической обсерватории Горьковского педагогического института. У телескопа в эти минуты можно

увидеть школьников — юных друзей древнейшей науки.

Уже не первый год работает юношеская секция Горьковского отделения ВАГО, в составе кото-

рой — студенты и школьники старших классов. Занимались в секции и Володя Агарев — ныне студент Московского физико-технического института, и Миша



ОДИН ИЗ АКТИВНЫХ членов юношеской секции Горьковского отделения ВАГО С. Столяров — ученик 10 класса 173 школы — наблюдает прохождение ИСЗ

Фото А. Л. ЧУПРАКОВА



УЧЕНИЦА 9 класса 72 горьковской школы Лариса Котова наблюдает Луну на телескопе АВР-3

Фото А. Л. ЧУПРАКОВА

Бенько — студент физического факультета Горьковского университета, и многие другие.

Работа юношеской секции ведется в двух направлениях: теоретические занятия и практические наблюдения разнообразных небесных объектов и астрономических явлений. Тематика теоретических занятий, на которых ребята выступают с докладами, охватывает широкий круг вопросов и неразрывно связана с наблюдениями.

Почти все члены секции наблюдают искусственные спутники Земли. Астрономический совет Академии наук СССР неоднократно награждал юных наблюдателей ИСЗ почетными грамотами и памятными значками.

С мая и до конца августа секция проводит патрулирование серебристых облаков. Полученные результаты переносятся на пер-

фокарты, которые направляются в Тарту — геофизический центр по наблюдению серебристых облаков.

Вот уже второй год члены юношеской секции наблюдают покрытия звезд и планет Луной; материалы этих наблюдений публикуются в журнале «Астрономический вестник». А недавно члены секции наблюдали Луну... в аудитории, на экране телевизора. Камера телевизионной установки, которую предоставил секции Горьковский педагогический институт, крепилась на телескопе АВР-3 с увеличением около 280. На экране телевизора получается довольно четкое изображение нашего естественного спутника. Организовать эти наблюдения ребятам помогли А. М. Шутов и преподаватель Горьковского педагогического института Е. Г. Демидович.

Сейчас секция активно готовится к наблюдению солнечного затмения 22 сентября 1968 г.

Кроме телескопа АВР-3, на котором самостоятельно наблюдают уже многие ребята, в распоряжении секции имеются различные приборы, аппаратура. Под руководством Н. М. Бенько члены секции строят новые телескопы и приспособления к ним. Так, Иосиф Фикс заканчивает изготовление телескопа-рефлектора с диаметром зеркала 160 мм. Этот инструмент он строит для своей школы.

Юные любители астрономии стремятся сохранить лучшие традиции Нижегородского общества любителей физики и астрономии, организованного еще в 1888 г.

*А. П. ПГОРОШИН*  
руководитель юношеской секции  
Горьковского отделения ВАГО

## **ОТВЕЧАЕМ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ**

**Вопрос:** За последние годы в северном полушарии нашей планеты создано много искусственных водохранилищ, которые образовали одностороннюю нагрузку. Ведь это обстоятельство должно отразиться на равномерности вращения Земли и на продолжительности суток, а также вызвать изменение прецессии земной оси?

*А. А. ПИСАНКО*  
(г. Воронеж)

**Ответ.** Всякое отклонение формы Земли от сферической, а также нарушение симметричности распределения масс внутри Зем-

ли должны сопровождаться возникновением прецессии земной оси под влиянием притяжения со стороны Солнца и Луны. За счет сплюснутости Земли ее ось описывает коническую поверхность со скоростью одного оборота в 26 000 лет. Об этом можно прочитать в любом учебнике по астрономии. Создание водохранилищ, теоретически, действительно меняет и скорость прецессии земной оси, и продолжительность земных суток. Однако в количественном отношении влияние этих водоемов ничтожно мало и, вероятно, не может быть замечено никакими измерительными приборами.

Точное решение поставленной А. А. Писанко задачи весьма затруднительно, так как надо было бы учесть, что накопление воды в водохранилище в какой-то мере компенсируется вдавливанием находящейся под ним почвы. Однако если даже пренебречь этим обстоятельством, то, как показал выполненный мною ориентировочный расчет, создание водоемов в крайнем случае может увеличить скорость прецессии земной оси на десятитысячные доли процента и удлинить сутки на миллионные доли секунды.

*В. В. РАДЗИЕВСКИЙ*  
профессор

## ПЯТЫЙ ЮПИТЕРА\*

АРТУР КЛАРК

Экспедиция, возглавляемая профессором Форстером, обнаруживает, что пятый спутник Юпитера — огромный космический корабль. Цивилизация, создавшая этот корабль, разместила в нем даже Галерею искусств. Самым интересным экспонатом галереи было изваяние одного из существ, которым некогда принадлежал этот искусственный спутник Юпитера. В конце первой части рассказа на пятый спутник Юпитера прибывает с Земли еще один корабль.

Заметим попутно, что в настоящее время известно лишь 12 спутников Юпитера. Диаметр пятого — 160 км, а не 30 км, как говорится в рассказе. Диаметр спутников оценивается по блеску, а альбедо [отражательная способность] обычно принимается больше 4%. Легко подсчитать, что если диаметр пятого спутника Юпитера действительно 30 км, то отношение площадей  $\left(\frac{160}{30}\right)^2 > 25$ , следовательно, и альбедо больше 1. Это невозможно, так как спутник не может отражать света больше, чем он получает от Солнца.

В двух-трех километрах от нашего корабля стоял другой, точно такой же — во всяком случае, так казалось моему неопытному глазу. Быстро пройдя внутрь через воздушный шлюз, мы обнаружили, что профессор, с опухшими от сна глазами, уже развлекает гостей. Их было трое, в том числе — к нашему удивлению, и честно говоря, удовольствию — одна прехорошенькая брюнетка.

— Познакомьтесь, — каким-то тусклым голосом сказал профессор Форстер. — Это мистер Рэндольф Мейз, автор научно-популярных книг. Вы о нем, наверно, слышали. А это... — Он повернулся к Мейзу. — Простите, я не разобрал фамилий...

— Мой пилот, Дональд Гопкинс... Моя секретарша, Меризан Митчелл.

Слову «секретарша» предшествовала короткая пауза, почти незаметная, однако вполне достаточная, чтобы в моем мозгу замигала сигнальная лампочка. Я не выдал своих чувств, однако Билл бросил на меня взгляд, который красноречивее всяких слов сказал: «Если ты думаешь то же, что и я, мне за тебя стыдно».

Мейз был высокий, лысоватый, тощий мужчина, излучавший доброжелательность, без сомнения, напускную, — защитная окраска человека, для которого дружеский тон был профессиональным приемом.

— Очевидно, это для вас такой же сюрприз, как и для меня, — произнес он с чрезмерным добродушием. — Никак не ожидал, что меня здесь кто-то опередит. Я уже не говорю об всем этом...

— Зачем вы сюда прилетели? — спросил Эштон, стараясь не показаться чересчур подозрительным.

— Я как раз объяснил профессору. Меризан, дайте мне, пожалуйста, папку. Спасибо.

Достав из папки серию прекрасно выполненных картин на астрономические темы, он раздал их нам. Это были виды планет и их спутников — сюжет достаточно избитый.

— Вы, конечно, видели сколько угодно картин

\* Окончание. Начало см. «Земля и Вселенная», № 3, 1968 г.

в этом роде,— продолжал Мейз.— Но эти не совсем обычные, им почти сто лет. Написал их художник по имени Чесли Боунстелл, они были напечатаны в «Лайфе» в 1944 году, задолго до начала межпланетных полетов. А теперь редакция «Лайфа» поручила мне облететь солнечную систему и посмотреть, насколько фантазия художника была близка к правде. В сотую годовщину первой публикации репродукции опять появятся в журнале, а рядом будут фотографии с натуры. Хорошо придумано, верно?

Да, неплохо. Но появление второй ракеты несколько осложняло дело... Что-то думает об этом профессор? Тут я перевел взгляд на мисс Митчелл, которая скромно стояла в сторонке, и решил, что нет худа без добра.

Мы были бы только рады другим исследователям, если бы не вопрос о приоритете. Можно было наперед сказать, что Мейз израсходует здесь все свои пленки и полным ходом помчится обратно на Землю, махнув рукой на задание редакции. Как ему помешаешь, да и стоит ли? Широкая реклама, поддержка прессы нам только на пользу, но мы предпочли бы сами выбрать время и образ действия. Я спросил себя: «Можно ли считать профессора тактичным человеком?» — и решил, что беды не мновать.

Однако на первых порах дипломатические отношения развивались вполне удовлетворительно. Профессору пришла в голову отличная мысль: каждый из нас был прикреплен к кому-то из группы Мейза и совмещал обязанности гида и надзирателя. И так как число исследователей удвоилось, работа пошла гораздо быстрее. Ведь в таких условиях опасно ходить в одиночку, и прежде это сильно замедляло дело.

На следующий день после прибытия Мейза профессор рассказал нам, какой политики он решил придерживаться.

— Надеюсь, обойдется без недоразумений,— сказал он, слегка хмурясь.— Что до меня, то пусть ходят, где хотят, и снимают, сколько хотят, только бы ничего не брали и не вернулись бы со своими снимками на Землю раньше нас.

— Не представляю себе, как мы можем им помешать,— возразил Эштон.

— Видите ли, я думал избежать этого, но пришлось сделать заявку на «Пятерку». Вчера вечером я радировал на Ганимед, и сейчас моя заявка, наверно, уже в Гааге.

— Но ведь заявки на астрономические тела не регистрируются. Мне казалось, этот вопрос был решен еще в прошлом веке, в связи с Луной.

Профессор лукаво улыбнулся.

— Вы забываете, речь идет не об астрономическом теле. В моей заявке говорится о спасенном



имуществе, и я сделал ее от имени Всемирной организации наук. Если Мейз что-нибудь уведет с «Пятерки», это будет кража у ООН. Завтра я очень мягко растолкую мистеру Мейзу, как обстоит дело, пока его еще не осенила какая-нибудь блестящая идея.

Странно было думать о пятом спутнике как о спасенном имуществе, и я заранее представлял себе, какие юридические споры разгорятся, когда мы вернемся домой. Но пока что ход профессора обеспечил нам определенные права, так что Мейз поостережется собирать сувениры. Так оптимистически мы были настроены.

Разными уловками я добился того, что несколько раз меня назначали напарником Мериэн, когда мы отправлялись обследовать «Пятерку». Мейз явно не имел ничего против этого, да и с чего бы ему возражать: космический скафандр — самая надежная охрана для молодой девушки (черт бы его побрал!).

Разумеется, при первой возможности я сводил ее в Галерею искусств и показал свою находку. Мериэн долго смотрела на статую, освещенную лучом моего фонаря.

— Как это прекрасно,— сказала она наконец.—

И только представить себе, что она миллионы лет ждала здесь в темноте! Но ее надо как-то назвать.

— Уже. Я назвал статую «Посланник».

— Почему?

— Понимаете, для меня это в самом деле посланник или гонец, если хотите, который принес нам весть из прошлого. Ваятели знали, что рано или поздно сюда кто-нибудь придет.

— Пожалуй, вы правы. «Посланник»... Действительно, совсем неплохо. В этом есть что-то благородное. И в то же время очень грустное. Вам не кажется?

Я убедился, что Меризэн очень умная женщина. Просто удивительно, как хорошо она меня понимала, с каким интересом рассматривала все, что я ей показывал. Но «Посланник» поразила ее воображение сильнее всего, она снова и снова возвращалась к нему.

— Знаете, Джек,— сказала она (кажется, на следующий день после того, как Мейз приходил посмотреть статую),— вы должны привезти это изваяние на Землю. Представляете себе, какая будет сенсация!

Я вздохнул.

— Профессор был бы рад, но в ней не меньше тонны. Горючего не хватит. Придется ей подождать до следующего раза.

На лице Меризэн отразилось удивление.

— Но ведь здесь предметы ничего не весят,— возразила она.

— Это совсем другое,— объяснил я.— Есть вес и есть инерция. Инерция... ну, да неважно. Так или иначе, мы не можем увезти статую. Капитан Сирл наотрез отказывается.

— Как жаль,— сказала Меризэн.

Я вспомнил этот разговор только вечером, накануне нашего отлета. Целый день мы тудились, как заведенные, укладывая снаряжение (разумеется, часть мы оставили для будущих экспедиций). Все пленки были израсходованы. Как объявил Чарли Эштон, попадись нам теперь живой юпитерянин, мы не смогли бы его запечатлеть. По-моему, каждый из нас жаждал небольшой передышки, чтобы на свободе разобраться в своих впечатлениях и прийти в себя от неожиданного столкновения с чужой культурой.

Корабль Мейза «Генри Люс» был тоже почти готов к отлету. Мы условились стартовать одновременно; это как нельзя лучше устраивало профессора — он не хотел бы оставлять Мейза на «Пятерке» одного.

Итак, все было готово. Но тут, просматривая наши записи, я вдруг обнаружил, что не хватает шести экспонированных пленок, на которые мы сня-

ли надписи в Храме искусств. Поразмыслив, я вспомнил, что эти пленки были вручены мне и что я аккуратно положил их на карниз в Храме, с тем чтобы забрать позже.

Старт еще не скоро, профессор и Эштон, наверстывая упущенное, крепко спят, почему бы мне не сбежать потихоньку за пленками? Я знал, что за пропажу мне придется отвечать, а тут каких-нибудь полчаса — и все будет в порядке. И я отправился в Храм искусств, на всякий случай предупредив Былла.

Прожектор, конечно, был убран, и внутри «Пятерки» царила гнетущая темнота. Но я оставил у входа сигнальный фонарь, прыгнул и начал падать, пока не увидел, что пора прервать свободное падение.

Десять минут спустя я уже держал в руках забытые пленки.

Естественно, мне захотелось еще раз проститься с «Посланником». Кто знает, сколько лет пройдет, прежде чем я увижу его вновь, а этот спокойно-загадочный образ притягивал меня.

К сожалению, притягивал он не только меня: пьедестал был пуст — статуя исчезла.

Конечно, я мог незаметно вернуться и никому ничего не говорить, во избежание неприятных объяснений. Но я был так взбешен, что меньше всего думал об осторожности. Возвратившись на корабль, я тотчас разбудил профессора и доложил ему о случившемся.

Он сел на койке, потирая глаза, и произнес по адресу мистера Мейза и его спутников несколько слов, которые здесь лучше не воспроизводить.

— Одного не понимаю,— недоумевал Сирл,— как они ее вытащили. А может быть, не вытащили? Мы должны были заметить их.

— Там столько укромных уголков. А потом уложили минуту, когда никого из нас не было поблизости, и вынесли ее. Не так-то просто это было сделать, даже при здепнем тяготении.— В голосе Эрика Фултона звучало явное восхищение.

— Сейчас не время обсуждать их уловки,— рявкнул профессор.— У нас есть пять часов на то, чтобы придумать какой-нибудь план. Раньше они не взлетят, ведь мы только что прошли точку противостояния с Ганимедом. Я не ошибаюсь, Кингсли?

Сирл кивнул.

— Нет. Лучше всего стартовать, когда мы окажемся по ту сторону Юпитера; всякая другая траектория полета потребует слишком много горючего.

— Отлично, значит, мы располагаем временем. У кого есть предложения?

Теперь, задним числом, мне иногда кажется, что мы поступили несколько странно и не совсем так,

как приличествует цивилизованным людям. Всего два-три месяца назад нам и в голову не пришло бы ничего похожего. Но мы предельно устали, были страшно рассержены, и к тому же вдалеке от остального человечества все выглядело как-то иначе. Закон отсутствовал, оставалось только самим вернуть правосудие...

— Можем мы помешать им взлететь? Например, повредить их двигатель? — спросил Билл.

Сирл наотрез отверг эту идею.

— Всему есть предел, — сказал он. — Не говоря уже о том, что Дон Гопкинс — мой друг. Он мне никогда не простит, если я выведу из строя его корабль. Особенно, если потом окажется, что поломку нельзя исправить.

— Украдем горючее, — лаконично посоветовал Грувс.

— Правильно! Видите, иллюминаторы темные, значит, все спят. Подключайся и откачивай.

— Прекрасная мысль! — вмешался я. — Но до их ракеты два километра. Какой у нас трубопровод? Сто метров наберется?

На мои слова не обратили ни малейшего внимания: все продолжали обсуждать идею Грувса. За пять минут технические вопросы были решены, оставалось только надеть скафандры и приступить к работе.

Записываясь в экспедицию профессора Форстера, я не подозревал, что когда-нибудь окажусь в роли африканского носильщика из древнего приключенческого романа и буду таскать груз на голове. И какой груз — одну шестую часть космического корабля! (От профессора Форстера, при его росте, проку было немного.) На пятом спутнике корабль с полупустыми баками весил около двухсот килограммов. Мы полезли под него, поднатужились и — оторвали его от площадки! Конечно, оторвали не сразу, ведь масса корабля оставалась неизменной. Затем мы потащили его вперед.

Все это оказалось несколько сложнее, чем мы думали, и идти пришлось довольно долго. Но вот, наконец, оба корабля стоят рядом. На «Генри Люсе» ничего не заметили: экипаж крепко спал.

Я слегка запыхался, но радовался, как школьник, когда Сирл и Фултон вытащили из нашего воздушного шлюза трубопровод и тихонько подсоединили его к бакам «Генри Люса».

— Прелесть этого плана в том, — объяснил мне Грувс, — что они не могут нам помешать, для этого надо выйти и отсоединить трубопровод. Мы выкачиваем все за пять минут, а им нужно две с половиной минуты только на то, чтобы надеть скафандры.

Вдруг мне стало очень страшно.

— А если они запустят двигатели и попытаются взлететь?



— Тогда от нас всех останется мокрое место. Да нет, сперва они выйдут проверить, в чем дело. Ага! насосы заработали.

Трубопровод напрягся, как пожарный рукав под давлением, — значит, горючее начало поступать в наши баки. Мне казалось, что вот-вот иллюминаторы «Генри Люса» озарятся светом, и ошеломленный экипаж выскочит наружу; я даже разочаровался, когда этого не произошло. Видно, крепко они спали, если даже не ощутили вибрации от работающих на-

сосов. Но вот перекачка закончена. Сирл и Фултон осторожно отсоединили трубопровод и уложили его в шлюз. Все обошлось, и вид у нас был довольно глупый.

— Ну? — спросили мы у профессора.

— Вернемся на корабль, — ответил он, немного поразмыслив.

Мы сняли скафандры, кое-как втиснулись в рубку, и профессор, сев к передатчику, отбил на ключе сигнал тревоги. После этого оставалось подождать несколько секунд, пока сработает автомат на корабле соседей.

Ожил телевизор, на нас испуганно глядел Рэндольф Мейз.

Профессор дал ему покипеть, потом, наконец, ответил:

— Мне кажется, будет лучше, если вы придете к нам для переговоров. Тем более, что идти вам недалеко.

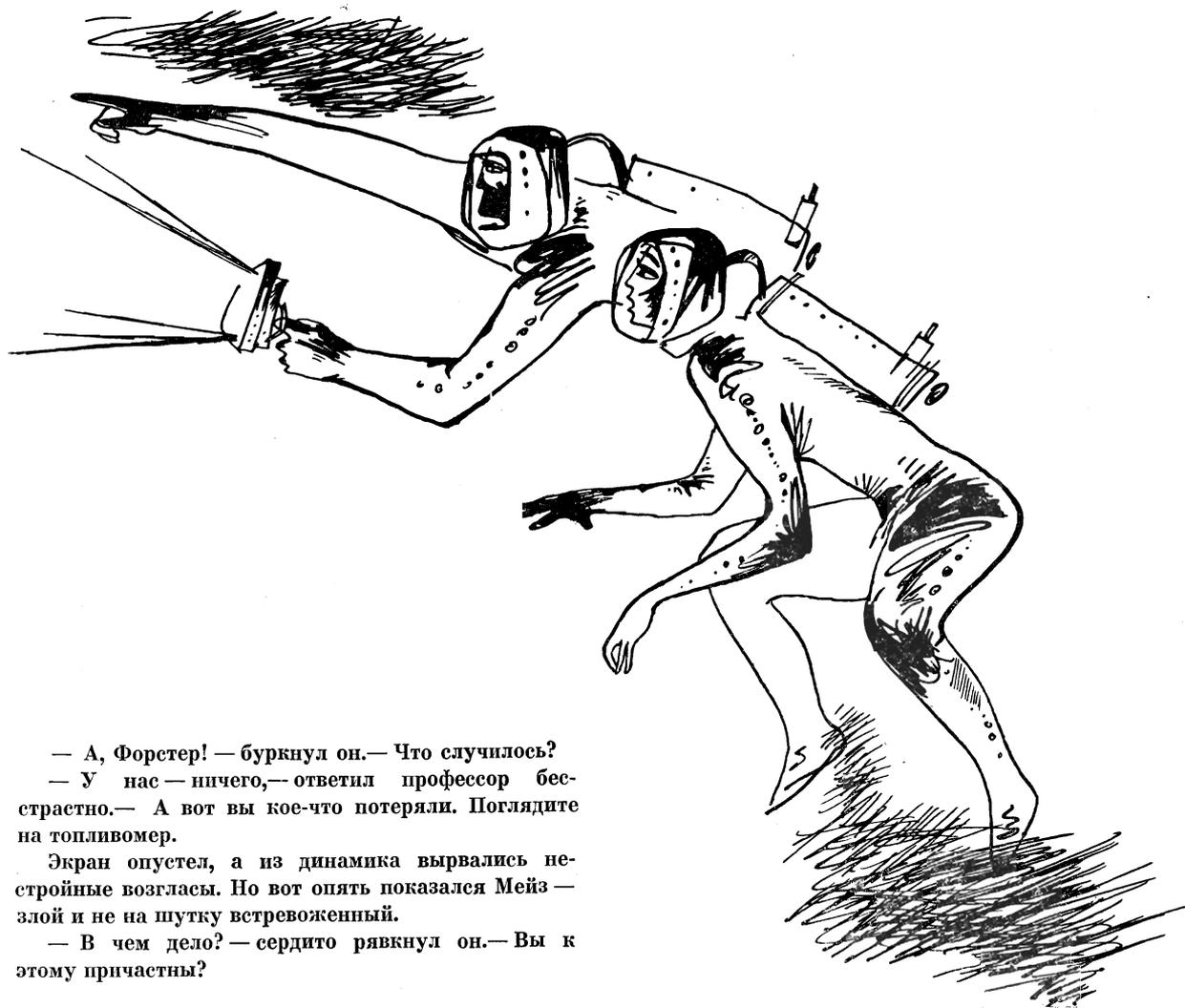
Мейз слегка опешил, но тут же отчеканил:

— И приду!

Экран опять опустел.

— Придется ему пойти на понятный! — злобно сказал Билл. — Другого выхода у него нет!

— Не так все это просто, — охладил его Фултон. — Если бы Мейз захотел, он не стал бы даже разговаривать с нами, а вызвал бы по радио заправщика с Ганимеда.



— А, Форстер! — буркнул он. — Что случилось?

— У нас — ничего, — ответил профессор бесстрастно. — А вот вы кое-что потеряли. Поглядите на топливомер.

Экран опустел, а из динамика вырвались нестройные возгласы. Но вот опять показался Мейз — злой и не на шутку встревоженный.

— В чем дело? — сердито рявкнул он. — Вы к этому причастны?

— А что ему это даст? Он потеряет несколько дней и уйму денег.

— Зато у него останется статуя. А деньги он вернет через суд.

Вспыхнула сигнальная лампочка шлюза, и в рубку втиснулся Мейз. Судя по его лицу, он успел все взвесить по дороге и настроился на мирный лад.

— Ну-ну,— начал он добродушно.— Зачем вы затеяли всю эту чепуху?

— Вы отлично знаете, зачем,— холодно ответил профессор.— Я же прямо объяснил вам, что с «Пятерки» ничего вывозить нельзя. Вы присвоили имущество, которое вам не принадлежит.

— Но послушайте! Кому оно принадлежит? Не станете же вы утверждать, что все на этой планете — ваша личная собственность.

— Это не планета, это — корабль, а значит, тут приложим закон о спасенном имуществе.

— Весьма спорный вопрос. Вы не думаете, что лучше подождать, когда ваши претензии подтвердит суд?

Профессор держался весьма вежливо, но я видел, что это стоит ему огромных усилий, в любую минуту он мог вспылить.

— Вот что, мистер Мейз,— произнес он с злоеющим спокойствием.— Вы забрали самую важную находку. Я могу в какой-то мере извинить ваш поступок, так как вам не понять археолога вроде меня и вы не отдаете себе отчета в том, что сделали. Верните статую, мы перекачаем вам горячее и забудем о случившемся.

Мейз задумчиво потер подбородок.

— Не понимаю, почему столько шума из-за какой-то статуи, ведь здесь много всякого добра.

И вот тут-то профессор допустил промах.

— Вы рассуждаете, словно человек, который украл из Лувра «Мону Лизу» и полагает, что ее никто не хватится, раз кругом висит еще столько картин! Эта статуя настолько уникальна, что никакое произведение искусства на Земле не идет с ней в сравнение. Вот почему она должна быть возвращена.

Когда торгуешься, нельзя показывать, насколько ты заинтересован в заключении сделки. Я сразу заметил алчный огонек в глазах Мейза и сказал себе: «Ага! Он заартачится». Вспомнились слова Фултона насчет заправщика с Ганимеда.

— Дайте мне полчаса на размышление,— сказал Мейз, направляясь к выходу.

— Пожалуйста,— сухо ответил профессор.— Но только полчаса, и ни минуты больше.

Мейз все-таки был далеко не глуп: не прошло и пяти минут, как его антенна медленно повернулась и вацелилась на Ганимед. Конечно, мы попытались перехватить разговор, но он работал с засекречива-

телем. Эти газетчики, как видно, не очень доверяют друг другу.

Ответ был передан через несколько минут и тоже засекречен. В ожидании дальнейших событий мы снова начали совещаться. Профессор дошел до той стадии, когда человек идет напролом, ни с чем не считаясь. Сознание своей ошибки только прибавило ему ярости.

Очевидно, Мейз чего-то опасался, потому что вернулся он с подкреплением. Его сопровождал пилот Дональд Гопкинс, который явно чувствовал себя неловко.

— Все улажено, профессор,— сообщил Мейз с торжеством.— На худой конец, я смогу вернуться без вашей помощи, хотя это займет немного больше времени. Но я не отрицаю, что лучше договориться, это сэкономит и время, и деньги. Вот мое последнее слово: «Вы возвращаете горячее, а я отдаю вам все остальное — э-э, сувениры, которые собрал». Но «Мона Лиза» останется у меня, хотя бы я из-за этого смог попасть на Ганимед только на следующей неделе.

Сперва профессор изрек несколько проклятий, которые принято называть космическими, хотя, честное слово, они мало чем отличаются от земной ругани. Облегчив душу, он заговорил с недоброй утиливостью.

— Любезный мистер Мейз, вы отъявленный мошенник, и следовательно, я не обязан с вами церемониться. Я готов применить силу — закон меня оправдает.

! Мы заняли стратегические позиции у двери. На лице Мейза отразилась легкая тревога (совсем легкая).

— Оставьте эту мелодраму,— надменно произнес он.— Сейчас двадцать первый век, а не тысяча восьмисотые годы, и здесь не Дикий Запад.

— Дикий Запад — это тысяча восемьсот восьмидесятые годы,— поправил его педантичный Билл.

— Считайте себя арестованным, а мы пока решим, как поступить,— продолжал профессор.— Мистер Сирл, проводите его в кабину «Б».

Мейз, нервно усмехаясь, прижался спиной к стене.

— Полно, профессор, это ребячество! Вы не можете задерживать меня против моей воли.— Он взглянул на капитана «Генри Люса», ища у него поддержки.

Дональд Гопкинс стряхнул с кителя незримую пылинку.

— Я не желаю вмешиваться во всякие споры,— произнес он в пространство.

Мейз злобно посмотрел на своего пилота и нехотя сдался. Мы снабдили его книгами и заперли.

Как только Мейза увели, профессор обратился к Гопкинсу, который завистливо глядел на наши топливомеры.

— Я не ошибусь, капитан,— вежливо сказал он,— если предположу, что вы не желаете быть соучастником махинаций вашего нанимателя?

— Я нейтрален. Мое дело привести корабль сюда и обратно на Землю. Вы уж сами разбирайтесь.

— Спасибо. Кажется, мы друг друга отлично понимаем. Может быть, вы вернетесь на свой корабль и объясните ситуацию? Мы свяжемся с вами через несколько минут.

Капитан Гопкинс небрежной походкой направился к выходу. У двери он повернулся к Сирлу.

— Кстати, Кингсли,— бросил он.— Вы не думали о попытках? Будьте добры, известите меня, если вы решите к ним прибегнуть — у меня есть кое-какие забавные идеи.

С этими словами он вышел, оставив нас с нашим заложником.

Насколько я понимаю, профессор рассчитывал на прямой обмен. Но он не учел одну вещь, а именно — характер Меризн.

— Поделом Рэндольфу,— сказала она.— А впрочем, какая разница? На вашем корабле ему ничуть не хуже, чем у нас, и вы ничего не посмеете с ним сделать. Сообщите мне, когда он вам надоест.

Тупик! Мы явно перемудрили и ровным счетом ничего не добились. Мейз был в наших руках, но это нам ничего не дало.

Профессор мрачно смотрел в иллюминатор, повернувшись к нам спиной. Исполинский диск Юпитера словно опирался краем на горизонт, закрыв собой почти все небо.

— Нужно ее убедить, что мы не шутим,— сказал Форстер. Он обернулся ко мне.

— Как по-вашему, она в самом деле любит этого мерзавца?

— Гм... Кажется, да. Да, конечно.

Профессор задумался. Потом он обратился к Сирлу:

— Пойдемте ко мне. Я хочу с вами кое-что обсудить.

Они отсутствовали довольно долго, когда же вернулись, на лицах обоих отражалось злорадное предвкушение чего-то. Профессор держал в руке лист бумаги, написанный цифрами. Подойдя к передатчику, он вызвал «Генри Люса».

— Слушаю.— Судя по тому как быстро ответила Меризн, она ждала нашего вызова.— Ну как, решили дать отбой? А то ведь это уже становится скучно.

Профессор сурово посмотрел на нее.

— Мисс Митчелл,— сказал он.— Вы, очевидно, не приняли наши слова всерьез. Поэтому я решил доказать вам, гм... что мы не шутим. Я поставлю ва-

шего шефа в такое положение, что ему очень захочется, чтобы вы поскорее его выручили.

— В самом деле? — бесстрастно осведомилась Меризн. Однако мне казалось, что я уловил в ее голосе оттенок тревоги.

— Наверно, вы не очень разбираетесь в небесной механике,— продолжал профессор елейным голосом.— Я угадал? Жаль, жаль. Впрочем, ваш пилот подтвердит вам все, что я сейчас скажу. Верно, мистер Гопкинс?

— Валайте,— донесся из-за кадра сугубо нейтральный голос.

— Слушайте внимательно, мисс Митчелл. Позвольте сначала напомнить вам, что ваше положение на этом спутнике не совсем обычно, даже опасно. Достаточно выглянуть в иллюминатор, чтобы убедиться — Юпитер совсем рядом. Нужно ли напоминать вам, что поле тяготения Юпитера намного превосходит гравитацию остальных планет? Вам понятно все это?

— Да,— подтвердила Меризн уже не так хладнокровно.— Продолжайте.

— Отлично. Наш мирок совершает полный оборот вокруг Юпитера за двенадцать часов. Так вот, согласно известной теореме, телу, падающему с орбиты, нужно ноль целых сто семьдесят семь тысячных периода, чтобы достичь центра сил притяжения. Другими словами, тело, падающее отсюда на Юпитер, достигнет центра планеты приблизительно через два часа семь минут. Капитан Гопкинс, несомненно, может это подтвердить.

После некоторой паузы мы услышали голос Гопкинса.

— Я, конечно, не могу поручиться за абсолютную точность приведенных цифр, но думаю, что все верно. Если и есть ошибка, то небольшая.

— Превосходно,— продолжал профессор.— Вы, разумеется, понимаете,— он добродушно усмехнулся,— что падение к центру планеты — случай чисто теоретический. Если в самом деле бросить здесь какой-нибудь предмет, он достигнет верхних слоев атмосферы Юпитера намного быстрее. Я надеюсь, вам не скучно меня слушать?

— Нет,— ответила Меризн очень тихо.

— Чудесно. Тем более, что капитан Сирл рассчитал для меня, сколько же на самом деле продлится падение. Получается час тридцать пять минут с возможной ошибкой на две-три минуты. Гарантировать абсолютную точность мы не можем, ха-ха! Вы, несомненно, заметили, что поле тяготения вашего спутника чрезвычайно малое. Вторая космическая скорость составляет здесь всего около десяти метров в секунду. Бросьте какой-нибудь предмет с такой скоростью, и он больше сюда не вернется. Верно, мистер Гопкинс?



— Совершенно верно.

— А теперь перейдем к делу. Сейчас мы думаем вывести мистера Мейза на прогулку. Как только он окажется точно под Юпитером, мы снимем с его скафандра реактивные пистолеты и... э... придадим мистеру Мейзу некое ускорение. Мы охотно догоним его на нашем корабле и подберем, как только вы передадите нам украденное вами имущество. Из моего объяснения вы, конечно, поняли, что время играет тут очень важную роль. Час тридцать пять минут — удивительно короткий срок, не так ли?

— Профессор! — ахнул я. — Вы этого не сделаете!

— Помолчите! — рявкнул он. — Итак, мисс Митчелл, что вы на это скажете?

Лицо Мериэн выразило ужас, смешанный с недоверием.

— Это попросту блеф! — воскликнула она. — Я не верю, что вы это сделаете! Команда не позволит вам!

Профессор вздохнул.

— Очень жаль. Капитан Сирл, мистер Груве, пожалуйста, сходите за арестованным и выполняйте мои указания.

— Есть, сэр, — торжественно ответил Сирл.

Мейз явно был испуган, но не думал уступать.

— Что вы еще задумали? — спросил он, когда ему дали его скафандр.

Сирл забрал его реактивные пистолеты.

— Одевайтесь, — распорядился он. — Мы идем гулять.

Только теперь я сообразил, что задумал профессор. Конечно, все это блеф, колоссальный блеф, он не бросит Мейза на Юпитер. Да если бы и захотел бросить, Сирл и Груве на это не пойдут. Но ведь Мериэн раскусит обман, и мы сядем в лужу.

Убежать Мейза не мог; без реактивных пистолетов он был беспомощен. Сопровождающие взяли его под руки и потащили, будто привязной аэростат. Они тащили его к горизонту, к Юпитеру.

Я посмотрел на соседний корабль и увидел, что Мериэн, стоя у иллюминатора, провожает взглядом удаляющиеся трио. Профессор Форстер тоже заметил это.

— Надеюсь, мисс Митчелл, вы понимаете, что мои люди потащили не пустой скафандр. Позволю себе посоветовать вам вооружиться телескопом. Через минуту они скроются за горизонтом, но вы сможете увидеть мистера Мейза, когда он начнет... гм... восходить.

Динамик молчал. Казалось, томительному ожиданию не будет конца. Может быть, Мериэн задумала проверить решимость профессора?

Схватив бинокль, я направил его на небо над таким до нелепости близким горизонтом. И вдруг увидел крохотную вспышку света на желтом фоне исполинского диска Юпитера. Я быстро поправил фокус и различил три фигурки, поднимающиеся в космос. У меня на глазах они разделились: две притормозили ход пистолетами и начали падать обратно на «Пятерку», а третья продолжала лететь прямо к грозному небесному телу.

Я в ужасе повернулся к профессору.

— Они это сделали! Я думал, что это блеф!

— Мисс Митчелл, несомненно, тоже так думала, — холодно ответил профессор, адресуясь к микрофону. — Надеюсь, мне не надо вам объяснять, чем грозит промедление. Кажется, я уже говорил, что падение на Юпитер с нашей орбиты длится всего девять минут. Но вообще-то довольно и половины этого срока, потом будет поздно...

Он сделал выразительную паузу. Динамик молчал.

— А теперь, — продолжал профессор, — я выключаю приемник, чтобы избежать бесполезных споров. Разговор мы возобновим, когда вы отдадите статую... и остальные предметы, о которых мистер Мейз столь неосмотрительно проговорился. Всего хорошего.

Прошло десять томительных минут. Я потерял Мейза из виду и уже спрашивал себя: «Не пора ли связать профессора и помчаться вдогонку за его жертвой, пока мы еще не стали убийцами». Но ведь кораблем управляют те самые люди, которые своими руками совершили преступление. Я вконец растерялся.

Вдруг на «Генри Люсе» медленно открылся люк и показались две фигуры в скафандрах, поддерживавшие предмет наших раздоров.

— Полная капитуляция.— Профессор удовлетворенно вздохнул.— Несите сюда,— распорядился он по радио.— Я откроею шлюз.

Он явно не торопился. Я все время поглядывал на часы — прошло уже пятнадцать минут. В воздушном шлюзе загрело, зазвенело, потом открылась дверь и вошел капитан Гопкинс. За ним следовала Меризн, которой для полного сходства с Клитемнестрой не хватало только окровавленной секиры. Я боялся встретиться с ней взглядом, а профессор хоть бы что! Он прошел в шлюз, проверил, все ли возвращено, и вернулся, потирая руки.

— Ну, так,— весело сказал он.— А теперь присаживайтесь, выпьем и забудем это неприятное недоразумение!

— Вы с ума сошли! — возмущенно крикнул я, показывая на часы.— Он уже пролетел половину пути до Юпитера!

Профессор Форстер поглядел на меня с осуждением.

— Нетерпение — обычный порок юности,— произнес он.— Я не вижу никаких причин торопиться.

Тут впервые заговорила Меризн. По ее лицу было видно, что она не на шутку испугана.

— Но ведь вы обещали,— прошептала она.

Профессор внезапно сдался. Последнее слово осталось за ним, и он вовсе не хотел продлевать пытку.

— Успокойтесь, мисс Митчелл, и вы, Джек. Мейз в такой же безопасности, как и мы с вами. Его можно забрать в любую минуту.

— Значит, вы мне солгали?

— Ничуть. Все, что я вам говорил — чистая правда. Только вы сделали неверный вывод. Когда я сказал вам, что тело, брошенное с нашей орбиты, упадет на Юпитер через девяносто пять минут, я — признаюсь, не без задней мысли,— умолчал об одном важном условии. Надо было добавить: «Тело, находящееся в покое по отношению к Юпитеру». Ваш друг, мистер Мейз, летел по орбите вместе со спутником и с такой же скоростью, как спутник. Что-то около двадцати шести километров в секунду, мисс Митчелл. Да, мы выбросили его с «Пятерки» по направлению к Юпитеру. Но скорость, которую мы ему сообщили,— пустяк. Практически он про-

должает лететь по прежней орбите. Он может приблизиться к Юпитеру — капитан Сирл все это считал — самое большое на сто километров. В конце витка, через двенадцать часов, он будет в той самой точке, откуда стартовал, без всякой помощи с нашей стороны.

Наступило долгое, очень долгое молчание. Лицо Меризн выражало и досаду, и облегчение, и злость человека, которого обвели вокруг пальца. Наконец, она повернулась к капитану Гопкинсу.

— Вы, конечно, знали все это! Почему вы мне ничего не сказали?

Гопкинс укоризненно посмотрел на нее.

— Вы меня не спросили,— ответил он.

Мы забрали Мейза через час. Он улетел всего на двадцать километров, и нам ничего не стоило отыскать его по маячку на его скафандре. Его радифон был выведен из строя, и теперь-то я понял — почему. Мейз был достаточно умен, чтобы сообразить, что ему ничего не грозит, и если бы радио работало, он связался бы со своими и разоблачил наш обман. А впрочем, кто знает! Лично я на его месте предпочел бы дать отбой, хотя бы совершенно точно знал, что со мной ничего не случится. Сдается мне, ему там было очень одиноко...

Догнав Мейза на самом малом ходу, мы втащили его внутрь. К моему удивлению, он не устроил нам никакой сцены: то ли был слишком рад вернуться в нашу уютную кабину, то ли решил, что проиграл в честном бою и не стоит таить зла на победителя. Думаю, что второе вернее.

Ну вот, пожалуй, и все, если не считать, что на прощание мы еще раз натянули Мейзу нос. Ведь коммерческий груз на его корабле заметно уменьшился — значит, и горючего требовалось меньше, а излишки мы оставили себе. Это позволило нам увезти «Посланника» на Ганимед. Разумеется, профессор выписал Мейзу чек за горючее, все как положено.

И еще один характерный эпизод, о котором я должен вам рассказать. В первый же день после того, как в Британском музее открылся новый отдел, я пошел туда посмотреть на «Посланника»: хотелось проверить, будет ли его воздействие на меня таким же сильным в новой обстановке. (Ну так вот — это было совсем не то, но все-таки впечатление сильное, и отныне я весь музей воспринимаю как-то иначе.) В зале было множество посетителей, и среди них я увидел Мейза и Меризн.

Кончилось тем, что мы зашли в ресторан и очень приятно провели время за столиком. Надо отдать должное Мейзу, он не злопамятен. Вот только Меризн меня огорчила... Ей-богу, не понимаю, что она в нем нашла.

*Перевод с английского Л. Л. ЖЕДАНОВА  
Рисунки Ю. М. АПАТОВСКОГО*

## «Вулканы и человек»\*

Прочитав книгу, которую выпустило под этим названием издательство «Недра», читатель узнает о действующих вулканах Камчатки и Курильских островов, о молодых потухших вулканах в глубине Азиатского материка, на Кавказе и в Закавказье. Он мысленно побывает на вулканах Западной Европы, Азии, Африки и Америки, увидит тысячи вулканических гор на дне океана и будет свидетелем рождения и роста грохочущих конусов на Камчатке, в Центральной Америке, Японии и у берегов Исландии.

Как и почему происходят извержения? Где расположены вулканы? Где рождается магма? Это далеко не полный перечень вопросов, на которые отвечает В. И. Лебединский в своей книге. Он рассказывает не только о бедствиях, которые приносили людям катастрофические извержения, но и о том, как служит человеку



вулканическое тепло и какие минеральные богатства хранит в себе изливающаяся лава.

Одна из глав книги посвящена роли вулканов в формировании внешних оболочек Земли, а заключительные главы содержат описание вулканической деятель-

ности на других планетах. В. И. Лебединский не разделяет представлений автора этой рецензии об определяющей роли вулканизма в формировании земной коры, гидросферы и атмосферы. Он пишет о большой роли осадконакопления в создании вещества земной коры. По мнению рецензента, вещество коры может иметь только два основных источника — космос и глубинные слои Земли. Что касается геологических процессов на поверхности планеты, то они ни прибавить, ни убавить количество вещества не могут, а осуществляют лишь его круговорот.

В своей работе В. И. Лебединский широко использовал новейшую вулканологическую литературу, включая журналы и брошюры, вышедшие небольшими тиражами на Камчатке. Книга содержит много нового познавательного материала и, следовательно, принесет пользу каждому, кто ее прочитает.

\* В. И. Лебединский. Вулканы и человек. «Недра», М., 1967.

Е. К. МАРХИНИИ  
доктор геолого-минералогических наук



## Еще раз о Маленьком астрономе

Ф. Д. ДРЭЙК

На соседней горе жили-были тоже три астронома — Большой, Средний и Маленький. Большой астроном был очень умным человеком, он знал больше всех о телескопах и звездах. На этой горе он построил Большой телескоп, который славился по всему свету. Большому астроному очень нравилось строить телескопы, но больше всего он любил наблюдать в них небо и видеть то или иное чуть-чуть лучше, чем это видели когда-либо до него. Однако теперь ему редко удавалось заниматься любимым делом. Он знал, что для всех толковых астрономов не хватает телескопов, и думал, что если он не будет наблюдать на Большом телескопе сам, а посвятит свое время приобретению новых телескопов, то люди в конце концов еще больше узнают о небесах. Но покупка новых телескопов оказалась очень нелегким делом, и Большому астроному приходилось на-

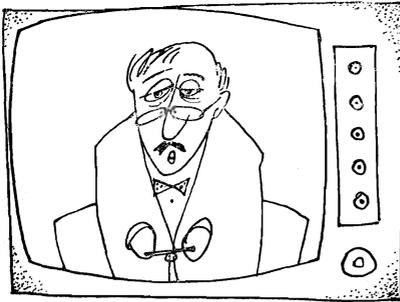


долго уезжать туда, где жили люди с деньгами.

Средний астроном был также умным человеком. Он отлично налаживал телескопы и слыл знатоком специальных вычислений, но в особенности он был известен тем, что всегда знал, над чем важно работать. Больше всего на свете ему нравилось наблюдать небо в Большой телескоп и понимать то или иное лучше, чем это понимали до него. Но и ему не удавалось много заниматься любимыми делами. Целый день мень-

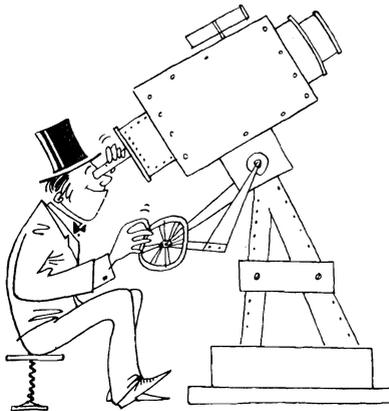
шие астрономы не оставляли его в покое: приходили посоветоваться, просили найти ошибки в их расчетах и подъюстировать телескоп чуть-чуть точнее, чтобы они могли лучше работать в следующую ночь. Он всегда помогал им, и поэтому меньшие астрономы делали все больше и больше открытий — Средний астроном был счастлив. Когда Большой астроном уезжал (а это бывало часто), Среднему астроному приходилось выполнять всю его работу. Иногда он должен был рассказы-

\*Продолжение сказки Беверли Т. Линдс «Маленький астроном» («Земля и Вселенная», № 4, 1967 г.) написал известный радиоастроном Ф. Д. Дрэйк, работающий в Национальной радиоастрономической обсерватории в Грин Бэнк (Западная Виргиния, США).



вать что-нибудь об астрономии по телевидению. Выступать он не любил, так как очень стеснялся, но он знал, что если откажется, то на телестудию могут пригласить непутевого астронома, который наговорит массу нелепиц, и тогда все астрономы будут смущены и опечалены. Это была очень трудная работа, но никто другой не смог бы ее сделать.

Маленький астроном был умен, но никогда не старался стать специалистом какого-нибудь дела. Никто не приходил к нему за советом, потому что он знал не бо-



лее других. Он был счастлив, что его никто не беспокоил. Больше всего Маленький астроном любил изучать небо в Большой телескоп, и это все, что он делал. Но он опубликовал много статей.

Однажды в полдень зритель Большого телескопа пришел к трем астрономам и сказал:

— Средний астроном тщательно отъюстировал телескоп, а ночь обещает быть прекрасной. Кто хотел бы понаблюдать на телескопе?

— Я не могу,— ответил Большой астроном,— я не спал всю прошлую ночь, добираясь из города, где живут толстосумы, и очень устал. Ехать было очень неудобно: чтобы сберечь деньги, я купил самый дешевый билет. Сегодня вечером я должен подумать над тем, как построить другой телескоп, который был бы больше нашего, но стоил бы чуть-чуть меньше. Правлению необходимо дать ответ послезавтра. Это трудно, но я думаю, что справлюсь. И, кроме того, мне очень хочется повозиться немного со своим малышом — я не видел его целую неделю.

— И я не могу,— ответил Средний астроном.— Сегодня вечером я должен поехать в университет, в котором совсем нет астрономов, и рассказать студентам о том, сколь интересна и захватывающа астрономия.

И тут же спросил Маленького астронома, не сможет ли он прочесть эту лекцию, но Маленький астроном отказался, сославшись на то, что на своем веку он прочитал так мало лекций, что вряд ли сможет это сделать. Но наблюдать на телескопе Маленький астроном согласился. И он наблюдал.

Поздно ночью, когда Маленький астроном пошел спать, Большой астроном все еще бодрствовал, глядя в темный потолок своей спальни и терзаясь сомнениями:

— Нашел ли я правильный и самый дешевый способ постройки нового телескопа? Окажется ли этот телескоп наилучшим для исследования тех самых важных проблем, которые известны мне?

Он ворочался с боку на бок, зная, что он не должен ошибаться, иначе астрономы не смогут узнать еще больше о небе.

Средний астроном также еще не спал. Он допоздна ехал в сильную пургу, так как студенты надолго задержали его своими вопросами. Некоторые студенты тут же решили, что будет астрономами, и Средний астроном обрадовался. А завтра ему предстояло очень точно прокалибровать Большой телескоп, чтобы Маленький астроном смог проанализировать свои наблюдения. Он вертелся в постели, стараясь придумать лучший способ этой калибровки. Ведь она должна быть правильной, чтобы все астрономы получили верные решения. И никто, кроме Маленького астронома, никогда не узнает, кто позаботился о том, чтобы эти верные решения были найдены.

Маленький астроном спал глубоким сном и был очень счастлив. Никто не мешал ему работать. Каждый день он мог наблюдать на Большом телескопе в любое время, когда ему вздумается. Это была прекрасная жизнь.

*Перевод с английского  
В. К. АБАЛАКИРА  
Рисунки Ю. М. АРАТОВСКОГО*

## ЗНАКИ МАЛЫХ ПЛАНЕТ

Почти каждому любителю астрономии знакомы, показанные на рис. 1, десять изображений, которыми для краткости либо из любви к символике нередко и сейчас обозначают большие планеты и Солнце. Как и старинные знаки зодиака, эти обозначения — дань многовековой традиции, восходящей ко временам астрологической мистики.

Но, наверно, далеко не всем даже «знатокам» астрономии известны символы, изображенные на рис. 2. Они взяты из фундаментального сочинения Ф. Араго «Astronomie populaire»\*. А между тем это тоже символы планет, только малых! Эти значки предлагались в прошлом столетии для обозначения первого десятка открытых в то время астероидов: Церера, Паллада, Юнона, Веста, Астрея, Геба, Ирида, Флора, Метида, Гигия. Но потом число открываемых малых планет начало расти так бурно, что придумывать им символические обозначения было уже обременительно, и этим небесным телам стали приписывать номера. Сейчас символические знаки первых малых планет забыты, но мы все же попытаемся расшифровать заключенные в них аллегории и атрибуты античного пантеона.

Перый знак — знак Цереры, по видимому, представляет собой серп, так как в древнеримской мифологии Церера была богиней земледелия. Но вполне вероятно, что открывший Цереру Д. Пиацци обозначил ее просто латинской буквой С.

Знак второй малой планеты Паллада — стилизованное изобра-

\* Доминик Франсуа Араго (1786—1853) — известный французский астроном и физик. В России четырехтомный труд Араго «Astronomie populaire» вышел в 1861 г. под названием «Общепонятная астрономия» в переводе М. С. Хотинского.



Рис. 1. Общеизвестные астрономические символы



Рис. 2. Знаки малых планет

жение щита (латинское — палладиум). Греческая богиня Афина, к имени которой добавлялось прозвище Паллада, изображалась в военных доспехах со щитом. Афина — дочь Океана, любимица «небесного царя» Зевса — сразила одного из гигантов Палланта и содранной с него кожей обтянула свой щит — палладий (иносказательное значение этого слова — «оплот», «защита»).

К. Гардинг, открывший астероид № 3, назвал его Юноной и обозначил кружком со звездочкой внутри, так как звезда — знак богини неба Юноны, супруги Юпитера.

Символ древнеримской покровительницы дома и семьи Весты — очаг или жертвенник, что и нашло отражение в знаке малой планеты Веста.

Знак следующей малой планеты Астрея — якорь. Такое обозначение не совсем понятно, поскольку Астрея — богиня справедливости — как будто бы, не имела отношения к мореплаванию.

Чаша — неприменный атрибут богини юности Гебы, небесной су-

пруги Геракла. На олимпийских пирах Геба подносила богам в чаше нектар и амброзию. Именно поэтому знак малой планеты Геба — чаша.

Ирида в античных мифах олицетворяла радугу. Этот оптический эффект и запечатлен в знаке малой планеты Ирида.

Растительное царство Флоры — богини цветов и насаждений — представлено наиболее естественным символом — цветком. Таков знак малой планеты, получившей имя Флоры.

Почему для малой планеты Метида выбран знак, напоминающий глаз, — трудно сказать. Метида — одна из дочерей Океана и первая жена Зевса. Будучи проглочена Зевсом, она в его голове оставалась советчиком в решении самых трудных дел. Метида олицетворяла мудрость.

Змея — знак малой планеты Гигия — символ дочери бога врачевания Асклепия (латинское Эскулап). Гигия изображалась со змеей, которая пьет из чаши.

И. Т. ЗОТКИН

**В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:**

- Л. И. ДОРМАН** — Космические лучи и солнечный ветер  
**Д. К. НАДЁЖИН** — Почему взрываются сверхновые звезды?  
**О. Н. РЖИГА** — Марс. Чем сложена его поверхность?  
**С. С. ЗИЛИТИНКЕВИЧ** — Общая циркуляция атмосферы  
и океана (математические модели)  
**Д. А. ДРЕННОВ** — Выпрямление самаркандских минаретов

## ПОПРАВКИ

Номер журнала, год	Страница	Строка	Следует читать
№ 1, 1968 № 2, 1968 г.	87 стр. 4-я стр. обложки	17 строка снизу (3-я колонка) 2 строка	. . . пройдет путь в 6150 км. . . . . . . астрономического института имени П. К. Штернберга и Топогеодезической службы СССР.
№ 2, 1968 г.	15 стр.	16 строка (2-я колонка)	Успешная посадка на Луну 3 февраля . . .

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 кандидат пед. наук **Е. П. ЛЕВИТАН**  
Кандидат физ.-мат. наук **В. А. БРОНШТЭН**, доктор техн. наук  
**А. А. ИЗОТОВ**, кандидат физ.-мат. наук **И. К. КОВАЛЬ**, кандидат  
физ.-мат. наук **М. Г. КРОШКИН**, доктор физ.-мат. наук **Р. В. КУНИЦ-**  
**КИЙ**, доктор физ.-мат. наук **Б. Ю. ЛЕВИН**, кандидат физ.-мат. наук  
**Г. А. ЛЕЙКИН**, академик **А. А. МИХАЙЛОВ**, кандидат физ.-мат. наук  
**И. Д. НОВИКОВ**, доктор физ.-мат. наук **К. Ф. ОГОРОДНИКОВ**, док-  
тор геол.-мин. наук **Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ**, доктор физ.-мат. наук  
**В. В. РАДЗИЕВСКИЙ**, доктор физ.-мат. наук **Ю. А. РЯБОВ**, доктор  
техн. наук **К. П. ФЕОКТИСТОВ**, академик **В. Г. ФЕСЕНКОВ**

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

Научно-популярный  
журнал  
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

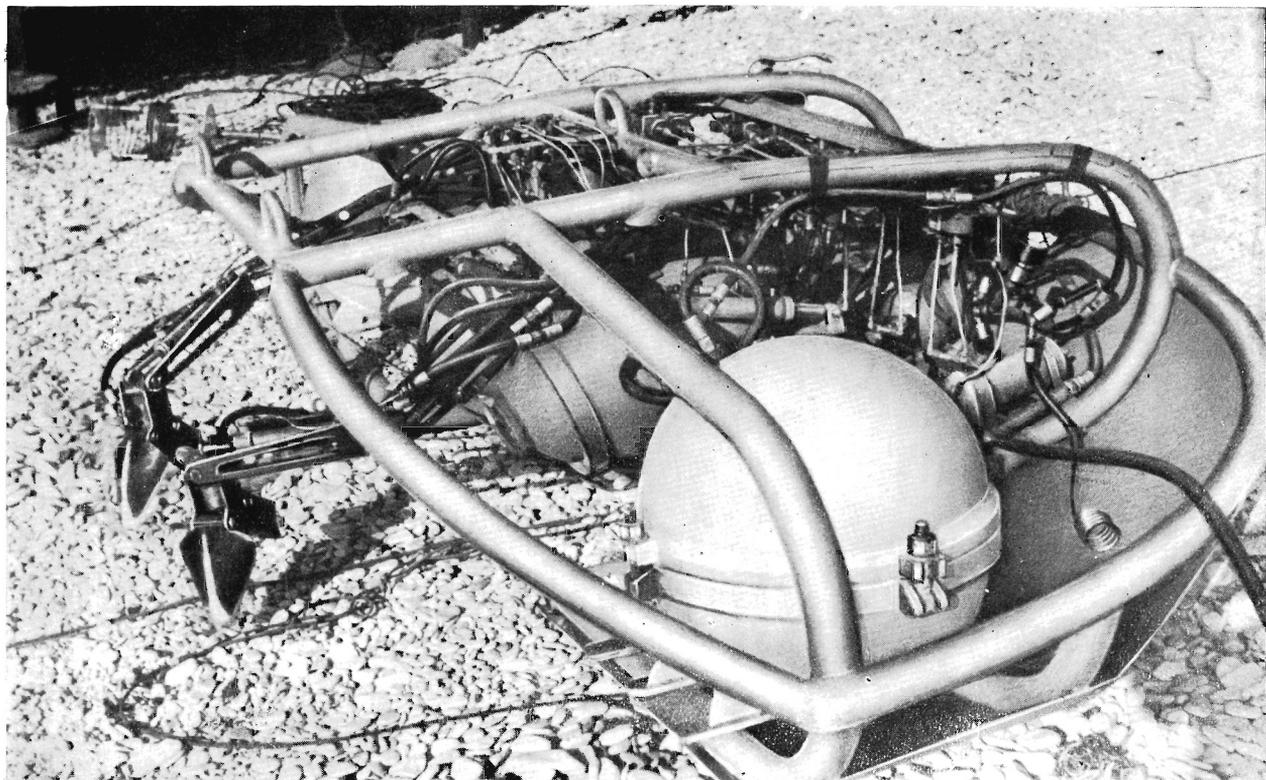


Адрес редакции:  
Москва, В-333,  
Ленинский пр., д. 61/1  
Тел. 135—64—81  
135—63—08

Художественный редактор  
**Л. Я. Шимкина**

Корректоры: **А. М. Балунова**,  
**Г. Н. Нелидова**

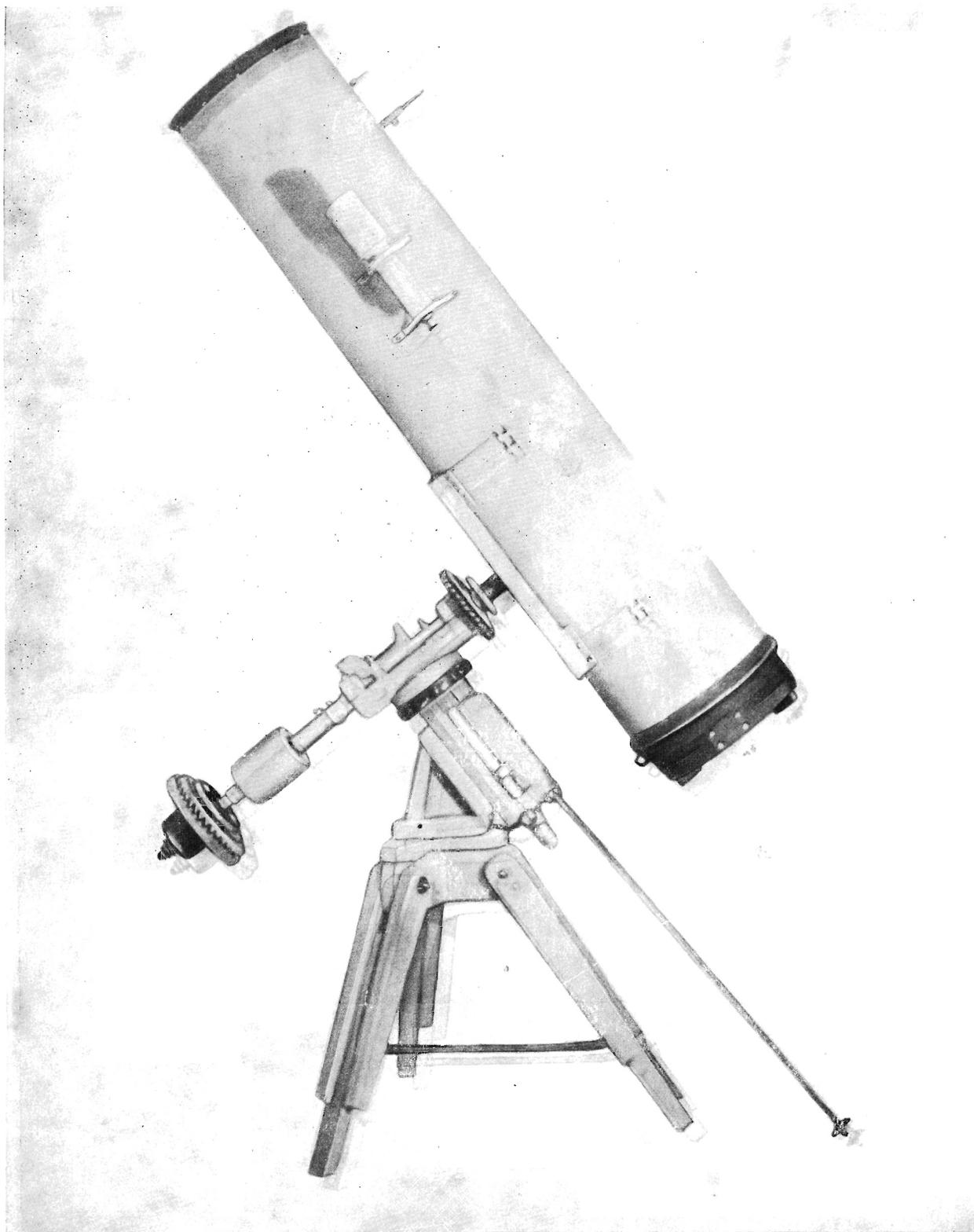
Т-11717. Сдано в набор 29/IV—68 г.  
Подписано к печати 23/VII 1968 г.  
Печ. л. 6,0 (10,08). Уч.-изд. л. 10,7 + 1 вкл.  
Тираж 37 600 Заказ 466 Цена 30 коп.



Современная техника предоставила человеку «длинные руки» и «искусственные глаза» — дистанционно-управляемые подводные манипуляторы и телевизионные установки. Уже создано несколько самоходных телеуправляемых автоматов — своеобразных подводных роботов, способных выполнять на дне и в толще воды простейшую полезную работу. «Подводный геолог» Института океанологии АН СССР предназначен для сбора образцов донных пород на глубинах до 4 км [к статье П. А. Боровикова, В. П. Бровко, П. А. Каплина]

*Дорогие читатели!*

**НЕ ЗАБУДЬТЕ**  
оформить подписку  
на журнал  
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»  
на 1969 г.



**Телескоп-рефлектор, построенный московским любителем астрономии М. М. Шемякиным.  
Диаметр главного зеркала телескопа 300 мм**