

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

1

1 9 6 7

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

С Новым годом, дорогие читатели!

Наступивший Новый — 1967 год — год замечательного юбилея. Советский народ и прогрессивные люди всего мира готовятся торжественно отметить 50-летие Великой Октябрьской социалистической революции.

Огромны достижения нашей страны за эти полвека во всех областях производства и культуры. Больших успехов добились советские люди под руководством славной Коммунистической партии Советского Союза и в сфере науки.

Начиная с этого номера, журнал «Земля и Вселенная» будет публиковать материалы, отражающие историю развития астрономии и геофизики в нашей стране, а также специальные статьи по фундаментальным проблемам, в которых советскими астрономами и геофизиками достигнуты наиболее интересные и важные для науки и практики результаты.

В данном номере в связи с 50-летием Октября публикуются статьи А. А. Благонравова и В. С. Верещетина о международном сотрудничестве в освоении космоса и В. В. Белоусова о глубинном строении и развитии Земли.

Читайте в следующем номере:

Н. П. КАМАНИН — Первый в мире орбитальный;

А. И. ОПАРИН — Проблема происхождения жизни на Земле;

Л. А. АЛЕКСАНДРОВ — Метеорологический эксперимент на спутнике «Космос-122»;

А. А. МИХАЙЛОВ — Астрономическая единица длины;

Н. П. ГРУШИНСКИЙ — Геофизические исследования Антарктиды;

М. КОПЕЦКИЙ, В. ЛЕТФУС — Народные обсерватории Чехословакии.

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

В НОМЕРЕ

- А. А. Благодоров, В. С. Верещетин — Советский Союз и международное сотрудничество в мирном освоении космоса 2
- П. Г. Куликовский — Из истории советской астрономии [1917—1921]. Фотодокументы, хроника 12
- В. В. Белоусов — Глубинное строение и развитие Земли 18
- И. С. Шкловский — Проблема «мистериума» 32
- Р. А. Сюняев — Гелий-3 во Вселенной 39
- П. Б. Бабаджанов, Е. Н. Крамер — Мгновенные фотографии метеоров 47
- Б. Ю. Левин — Новое о термических свойствах Луны 51
- Ю. И. Зайцев — Японские космические исследования 55
- П.-А. Молэн — Рассказ охотника за тайфунами 62

ЛЮДИ НАУКИ

- В. Н. Ганьшин, М. В. Дорочевич, Л. С. Хренов — Василий Васильевич Попов. [К 80-летию со дня рождения] 68

ЭКСПЕДИЦИИ

- Г. М. Никольский — Кольцеобразное затмение Солнца 20 мая 1966 года 71

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- К. В. Куимов — XX московская астрономическая олимпиада 76
- А. Д. Марленский — Звездное небо и планеты в марте — апреле 1967 года 80

ФАНТАСТИКА

- Ф. Хойл, Дж. Эллиот — А-Андромеда 83

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

- Я. Б. Гуревич — Международный год спокойного Солнца на марках 91

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- С. П. Горшков — «Мы живем в ледниковый период!» 94

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

К итогам научных исследований станции «Луна-10» [10]; Повторная вспышка Новой в созвездии Персея! [11]; Полное лунное затмение [11]; Геофизический симпозиум в Киеве [30]; Точные размеры нашей планеты [30]; В издательстве «Мир» [31, 54, 90, 95]; Летняя школа астрофизиков в Шемахе [45]; Вспышка квазара 3С 446 [46]; Поиски «сфер Дайсона» [46]; Радиоизлучение Венеры и солнечная активность [46]; Солнечная активность и биосфера Земли [50]; Возможные цвета деталей лунного рельефа [54]; Радиоастрономы исследуют звездные ассоциации [54]; Неоднородности на поверхности Марса [59]; Загадка Юпитера остается неразгаданной [60]; Магнитное поле планеты Меркурий [60]; Метеорит падает на город [60]; Метеорит в северной Аргентине [60]; Французский астроном в СССР [61]; Новая лодка Пиккара [66]; Общая масса атмосферы Земли [66]; Проект Всемирной системы гидрологической информации [66]; Лазеры в геодезической съемке [67]; Остаток Сверхновой в Скорпионе [67]; H_2 -спикулы на высоте 6000 км над поверхностью Солнца [74]; Книга о космических полетах [95]; Переменная часть «Астрономического календаря» [96].

На обложке: 1-я стр.— Внутреннее строение Земли (к статье В. В. Белоусова). 4-я стр.— Созвездие Ориона (к статье А. Д. Марленского).

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР



ЯНВАРЬ — ФЕВРАЛЬ

1 1967

ГОД ИЗДАНИЯ ТРЕТИЙ

СОВЕТСКИЙ СОЮЗ И МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В МИРНОМ ОСВОЕНИИ КОСМОСА

Исследование и использование космического пространства осуществляется на благо и в интересах всего человечества.

Из Декларации правовых принципов, регулирующих деятельность государств по исследованию и использованию космического пространства, принятой Генеральной Ассамблеей ООН 13 декабря 1963 г.

*Академик А. А. БЛАГОПРАВОВ,
председатель Комиссии по исследованию
и использованию космического
пространства
В. С. ВЕРЕЩЕТИН,
кандидат юридических наук*

Завершается первое десятилетие космической эры. С точки зрения истории десять лет — незначительный срок. Однако необычайный темп развития науки и техники, и в особенности — освоения космоса, меняет представление о времени. Действительно, можно ли в истории человечества назвать другое десятилетие, в ходе которого одно за другим следовали бы выдающиеся достижения научно-технической мысли, соизмеримые по своему значению с созданием искусственного небесного тела, фотографированием невидимой стороны Луны, полетом человека вокруг Земли, выходом в открытый космос, установлением радиосвязи на расстояния в сотни миллионов километров, мягкой посадкой на поверхность Луны. А ведь это далеко не полный перечень того, что принято считать вехами в истории освоения космического пространства.

Последние несколько лет характерны тем, что все новые и новые государства начинают активно интересоваться космическими исследованиями и принимают непосредственное участие в их осуществлении. Сейчас уже насчитывается несколько десятков таких государств. Разумеется, вклад каждого из них в освоение космоса далеко не одинаков и зависит от уровня развития экономики, науки и культуры. Но число непосредственно «космических» держав растет. В 1965 г. титул «третьей космической державы» получила Франция, успешно запустившая спутник с помощью своей ракеты.

Трудная и дорогостоящая работа по овладению космосом, безусловно, выигрывает от согласования усилий ряда стран. Международное сотрудничество позволяет быстрее решать поставленные задачи, избегая ненужного дублирования и напрасной траты твор-



ческих сил. С другой стороны, при исследовании физических свойств околоземного и межпланетного пространства огромное значение имеет накопление статистических данных для уточнения приобретенных знаний и проверки их надежности; здесь очень важно многостороннее проведение исследований. Существенно и то, что решить данную задачу можно различными путями. Сотрудничество ученых открывает возможности взаимной проверки научных данных, полученных разными методами и разной аппаратурой для экспериментов.

В результатах космических исследований заинтересованы все государства, поэтому и возможности для сотрудничества в этой области должны быть открыты для всех. Именно этого принципа международного сотрудничества придерживается Советский Союз. Свои успехи в области космических исследований наша страна рассматривает как достояние не только советского народа, но и всего человечества.

Министр иностранных дел СССР А. А. Громыко и министр иностранных дел Франции Кув де Мюрвиль подписывают Соглашение о сотрудничестве в области изучения и освоения космического пространства в мирных целях

Фото В. Соболева. (Фотохроника ТАСС)

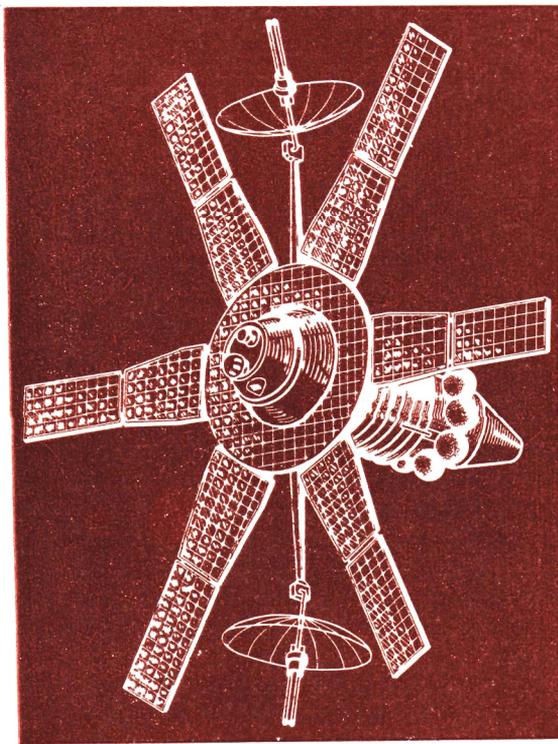
ДВУСТОРОННЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

30 июня 1966 г. в Москве министры иностранных дел СССР и Франции от имени своих правительств подписали Соглашение о сотрудничестве в области изучения и освоения космического пространства в мирных целях.

Соглашение предусматривает совместные исследования по космической метеорологии, изучение космической связи через искусственные спутники Земли, а также возможный запуск в Советском Союзе французского спутника. Предусматривается и осу-

ществление совместных проектов и экспериментальных работ в области телевидения, обмен научной информацией, стажерами, научными делегациями и организация конференций и симпозиумов.

Успешное сотрудничество советских и французских ученых в освоении космоса уже отмечено первыми практическими результатами. С ноября 1965 г. проходят экспериментальные передачи цветного телевидения между Москвой и Парижем через советский спутник «Молния-1». Эти эксперименты подтвердили возможность организации регулярного обмена программами цветного и черно-белого телевидения между СССР и Францией. Во время визита Президента Франции генерала де Голля в Советский Союз (июнь 1966 г.) и Председателя Совета Министров СССР А. Н. Косыгина во Францию (декабрь 1966 г.) между Москвой и Парижем неоднократно проводились сеансы телевизионной связи через спутник «Молния-1».



В течение нескольких лет ведутся совместные исследования магнитного поля Земли. Советские ученые работали на острове Кергелен (в Индийском океане), а их французские коллеги — в Согре (Архангельская область).

Двустороннее сотрудничество по космосу между СССР и США осуществляется также на основе специального соглашения, которое было заключено 8 июня 1962 г. между Академией наук СССР и Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства США. По этому соглашению сотрудничество в первую очередь должно вестись в трех направлениях: использование искусственных спутников Земли для метеорологических целей, для организации космической связи, а также для составления магнитной карты Земли и развития науки о земном магнетизме.

В области метеорологии стороны решили осуществлять широкий обмен метеорологической информацией, как обычной, так и полученной со спутников. Обе страны намерены совершенствовать свои экспериментальные метеорологические спутники с тем, чтобы в дальнейшем перейти к согласованным запускам оперативных метеорологических спутников и быстро распространять полученные данные среди заинтересованных государств.

В Москве и Вашингтоне учреждены Мировые метеорологические центры, между которыми организован прямой канал связи для передачи метеорологической информации. Канал, эксплуатация которого началась в 1964 г., проходит по трассе Москва — Варшава — Берлин — Франкфурт-на-Майне — Лондон — Вашингтон. Он служит для круглосуточной передачи важнейших сведений о состоянии атмосферы нашей планеты. Советский Союз и Соединенные Штаты условились, что в будущем выгодами от функционирования этого канала связи смогут воспользоваться и все другие заинтересованные государства.

Соглашение между СССР и США предусматривало также объединение усилий ученых двух стран по составлению карты маг-

30 ноября 1965 г. СССР и Франция впервые провели сеанс цветной телевизионной передачи через советский спутник «Молния-1». Принятая во Франции станцией Племер — Боду передача состояла из нескольких цветных кинофильмов

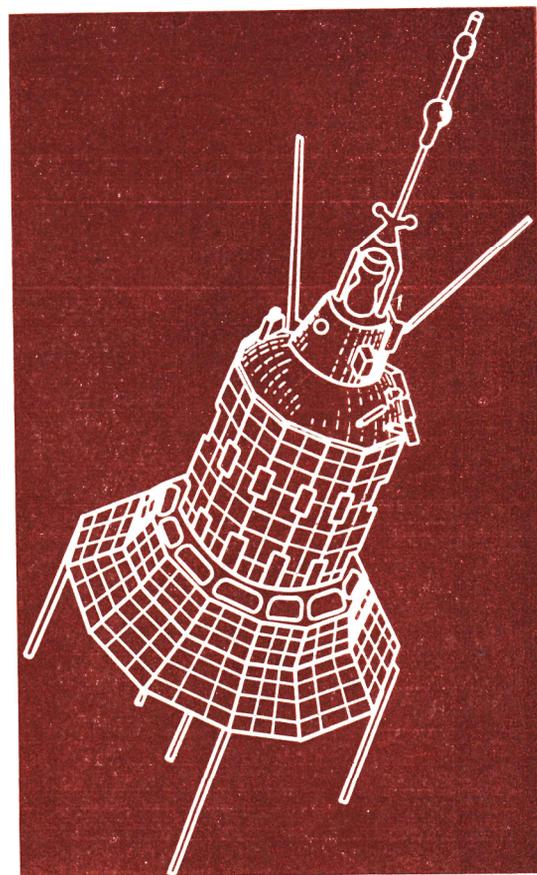
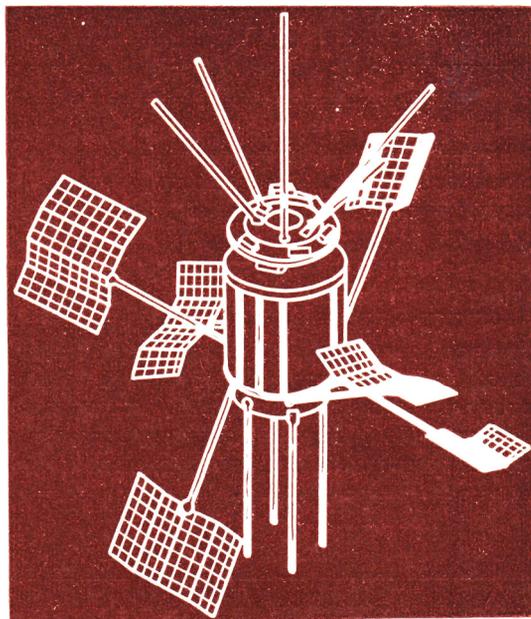
нитного поля Земли, в особенности в период проведения Международного года спокойного Солнца (1964—1965 гг.). Так как обе страны с помощью своих спутников накопили значительный материал о магнитном поле Земли, решено обмениваться результатами магнитной съемки через Мировые центры данных в Москве и Вашингтоне. Большой вклад в проведение мировой магнитной съемки сделан измерениями геомагнитного поля, выполненными на советских спутниках серий «Космос» и «Электрон».

Сотрудничество в области спутников связи пока ограничилось советско-американским экспериментом по установлению связи через космос с помощью американского спутника «Эхо-2». Весной 1964 г. через этот спутник было проведено 34 сеанса связи между английской обсерваторией в Джодрелл-Бэнк и обсерваторией Горьковского университета в Зименках. Однако дальнейшего развития это сотрудничество пока не получило, главным образом по той причине, что Соединенные Штаты направили основные усилия на создание чисто коммерческой связи, находящейся в руках частной компании.

По предложению советских ученых достигнута договоренность с учеными США о совместной подготовке и издании обзора основных достижений в области космической биологии и медицины за последние 10 лет и перспектив их развития.

Успешное выполнение советско-американской программы сотрудничества по космосу и дальнейшее развитие этого сотрудничества зависят от прекращения агрессивных действий США в Юго-Восточной Азии и общего оздоровления международной обстановки.

Плодотворные связи существуют у советских ученых и с другими странами, также принимающими активное участие в изучении и освоении космического пространства. В течение ряда лет проводится совместная работа советских ученых с сотрудниками известной английской радиоастрономической обсерватории в Джодрелл-Бэнк. На



Советские спутники серии «Электрон» (на рисунках — «Электрон-1» (вверху) и «Электрон-2», запущенные 30 января 1964 г.) участвовали в проведении мировой магнитной съемки. С помощью системы «Электрон» получены обширные данные о магнитном поле Земли

этой обсерватории наблюдались многие советские спутники, космические ракеты и межпланетные автоматические станции и проводились важные космические эксперименты.

В ряде стран с помощью Советского Союза созданы или создаются станции фотографических наблюдений искусственных спутников Земли и других космических объектов. Так, в январе 1966 г. в Каире было подписано соглашение между Академией наук СССР и Высшим Советом по научным исследованиям ОАР об организации в Хелуанской обсерватории постоянной станции фотографических наблюдений космических объектов. Наблюдения космических объектов, позволяющие решать сложные научно-технические задачи, будут проводиться сов-

Астрономическая обсерватория имени Ю. Гагарина в Старой Загоре (Болгария). При этой обсерватории находится одна из лучших станций оптического наблюдения искусственных спутников Земли. Результаты наблюдений регулярно присылаются в Астрономический совет АН СССР, который возглавляет многостороннее сотрудничество по наблюдению ИСЗ

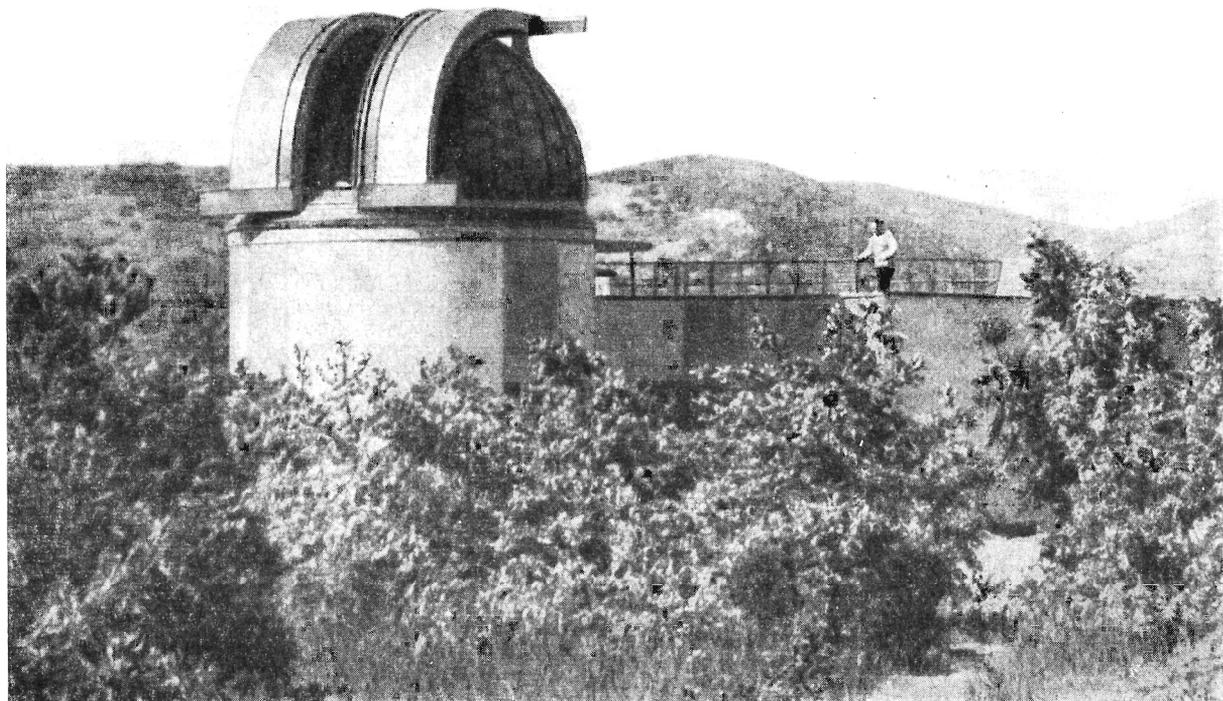
местно советскими и арабскими специалистами по согласованным программам. По договоренности сторон к проведению наблюдений могут допускаться также сотрудники научных учреждений других государств.

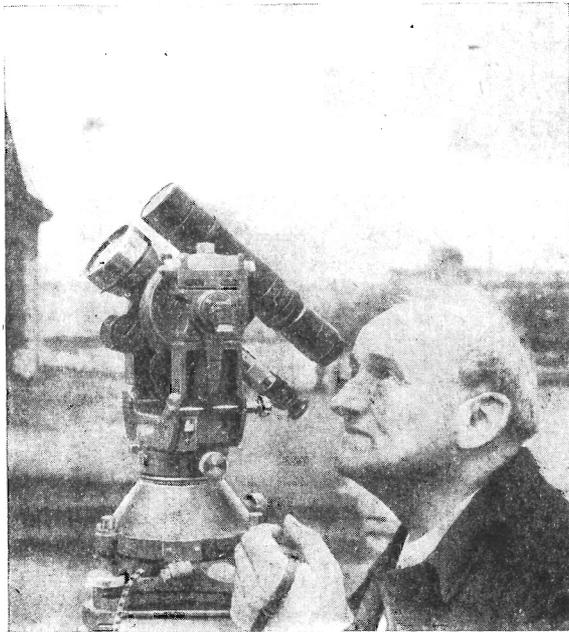
МНОГОСТОРОННЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Международная кооперация в исследовании космоса осуществляется советскими учеными не только на двусторонней основе, но и путем использования различных форм регионального и многостороннего сотрудничества, а также в рамках международных организаций. Многостороннее сотрудничество проводится прежде всего со странами социализма.

Узы тесной дружбы связывают советских исследователей космоса с учеными Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, Чехословакии и других социалистических стран.

Совместная работа ученых большинства этих стран по наблюдениям искусственных спутников Земли началась еще в конце





Начальник станции наблюдения спутников при обсерватории Варшавского университета М. Белицкий у своего инструмента. Под руководством Белицкого разработан метод наблюдения слабых (до 11—12-й звездной величины) спутников

1957 г., после запуска первого спутника. Каждая из сотрудничающих стран внесла свой серьезный вклад в проведение наблюдений и решение важных геодезических и геофизических задач.

Накопленный опыт позволил перейти, начиная с 1962 г., к многостороннему сотрудничеству по наблюдению искусственных спутников, что открыло возможности осуществления более сложных научно-исследовательских программ, требующих коллективной работы наблюдателей многих стран. В некоторых из этих программ, помимо ученых социалистических стран, участвуют ученые Италии, Финляндии, Франции, ФРГ и других стран.

С 1963 г. издается международный бюллетень «Наблюдения искусственных спутников Земли», в котором публикуются отчеты, сотрудничающих стран и статьи о наиболее интересных работах. Ученые, принимающие участие в коллективной работе, ежегодно собираются на научные совещания, которые поочередно проводятся в разных странах. Регулярно созываются также

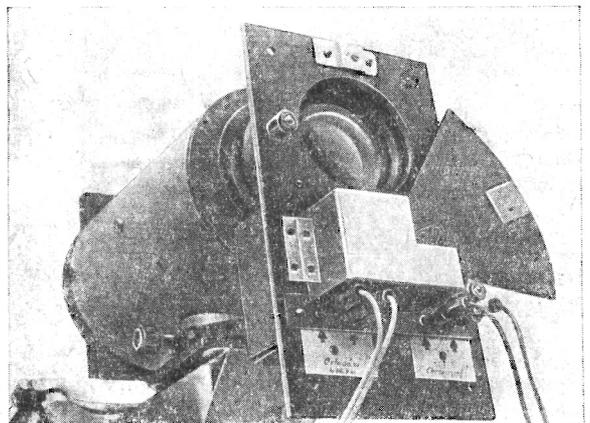
заседания специально учрежденной Комиссии по многостороннему сотрудничеству.

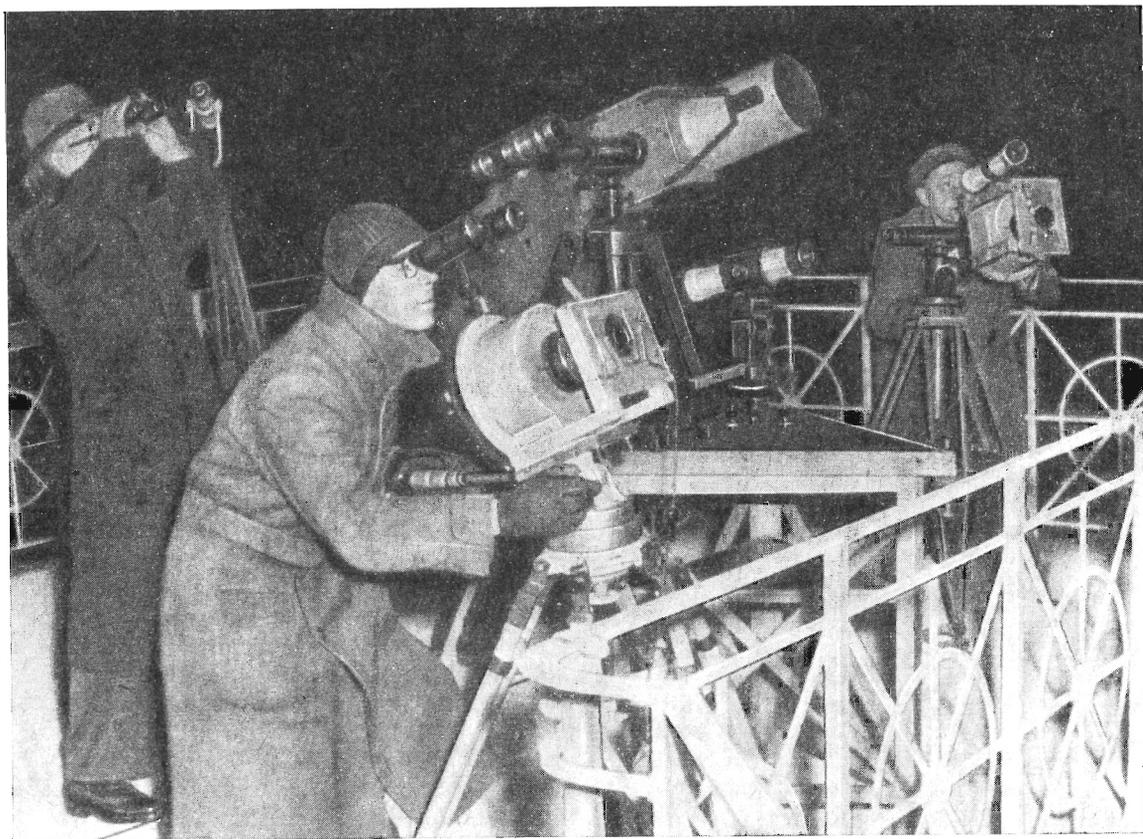
Разумеется, это лишь первый этап сотрудничества социалистических стран в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях.

В ноябре 1965 г. в Москве состоялось совещание представителей Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, СССР и Чехословакии, на котором проходил обмен мнениями о наиболее целесообразных формах и направлениях сотрудничества в освоении космоса с учетом научно-технических возможностей и ресурсов отдельных социалистических стран. На совещании обсуждались вопросы составления программ совместных исследований в области космической физики, космической метеорологии, организации дальней связи и телевидения, космической медицины и биологии и т. д. Обсуждались также возможности совместного создания и запуска спутников, а также совместной разработки специалистами различных стран приборов и оборудования для космических исследований.

Участники совещания выразили уверенность в том, что совместные усилия социалистических стран в исследовании и освоении космического пространства будут содействовать международному сотрудничеству в этой области и явятся важным вкладом в развитие науки на благо всего человечества.

Камера Цейса, с помощью которой ведется фотографические наблюдения искусственных спутников Земли. Народная обсерватория в Брно (Чехословакия)





МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Большая роль в налаживании международного сотрудничества в космических исследованиях принадлежит международным организациям.

К числу научных организаций, созданных специально для объединения усилий ученых разных стран в изучении и освоении космоса, в первую очередь принадлежит Комитет по исследованию космического пространства (КОСПАР) и Международная астронавтическая федерация. Академия наук СССР — член обеих этих организаций и в течение многих лет принимает самое активное участие в их работе.

КОСПАР был учрежден Международным советом научных союзов в 1958 г. с целью продолжения сотрудничества в изучении верхних слоев атмосферы и космоса, сложившегося в период Международного геофизического года (1957—1958 г.). Он объединяет ведущие научные

Наблюдения искусственных спутников Земли на станции при Потсдамской астрофизической обсерватории (ГДР)

учреждения более 30 стран и 10 международных научных союзов, деятельность которых связана с космическими исследованиями. Для постоянной практической работы учреждены шесть рабочих групп, состоящих из видных ученых разных стран. Эти группы готовят программы совместных экспериментов, составляют справочные пособия, перечни станций оптических и радионаблюдений искусственных спутников и т. д.

Высокую оценку со стороны научной общественности получили ежегодно созываемые КОСПАРом международные симпозиумы по исследованию космического пространства.

Семь симпозиумов КОСПАРа, последний из которых состоялся в мае 1966 г. в Вене, позволили подвести итоги косми-

ческих исследований, проведенных в разных странах за истекшие годы, объективно сопоставить полученные результаты и наметить планы совместных экспериментов. В Венском симпозиуме КОСПАРа, как и во всех предыдущих, принимала участие представительная делегация советских ученых в составе около 40 человек.

Международная астронавтическая федерация, возникшая в 1950 г., на восемь лет раньше КОСПАРа, объединяет астронавтические и ракетные общества более 40 стран. Ежегодно проводимые федерацией астронавтические конгрессы, на которых собираются свыше 1000 ученых разных стран, позволяют обмениваться результатами научных исследований в самых различных областях, связанных с космонавтикой, — от небесной механики до социологии и права. Уже состоялось 17 таких конгрессов, последний из которых проходил в октябре 1966 г. в Испании.

Советский Союз неизменно использует научные конгрессы и симпозиумы, организуемые КОСПАРом и Астронавтической федерацией, для того чтобы сделать результаты своих исследований космоса достоянием возможно более широкого круга государств.

Среди межправительственных организаций, занимающихся космическими проблемами, ведущее место принадлежит Комитету ООН по использованию космического пространства в мирных целях. Комитет, в который входит 28 государств, согласно его уставу, призван быть «центром сотрудничества в деле мирного использования космического пространства». Практическая работа Комитета началась весной 1962 г.

В целях более детального изучения путей и методов международного сотрудничества Комитет ООН по космосу учредил два подкомитета — научно-технический и правовой.

Работа первого из этих подкомитетов привела к подготовке согласованных рекомендаций по ряду вопросов (обмен научной информацией о результатах космических исследований, содействие международным программам освоения космоса, оказание помощи странам в подготовке специалистов в области мирного исследования и использования космоса, изучение потенциально вредных последствий некоторых космических экспериментов и др.). По всем

этим вопросам Советский Союз вносил свои конструктивные предложения. Так, СССР активно выступает за проведение в 1967 г. под эгидой ООН международной конференции для подведения итогов изучения и освоения космического пространства за первое десятилетие. Созыв такой конференции позволит обсудить и выявить практические последствия, вытекающие из космических исследований для народов земного шара. Конференция могла бы также изучить научно-технические средства, с помощью которых развивающиеся страны смогут шире использовать новые возможности в освоении космоса.

В соответствии с рекомендацией научно-технического подкомитета Индия решила создать с помощью ряда стран, в том числе СССР, США и Франции, международный полигон для запуска геофизических ракет. Полигон Тхумба расположен на геомагнитном экваторе. Это позволяет проводить на нем интересные научные эксперименты, доступные ученым различных стран. Советский Союз безвозмездно передал Индии вертолет, электронно-вычислительную машину и другое научное оборудование. С ноября 1963 г. на индийском полигоне ведутся успешные запуски геофизических ракет.

Научно-технические аспекты сотрудничества государств в освоении космоса тесно связаны с международно-правовым регулированием деятельности государств в космическом пространстве. Именно поэтому в рамках Комитета ООН по космосу наряду с научно-техническим подкомитетом был учрежден подкомитет по правовым вопросам.

Заключение Московского договора о запрещении ядерных испытаний в трех средах и принятие резолюции ООН о невыводе на орбиту объектов с ядерным оружием заложили важные основы правопорядка в исследовании космоса.

Значительным шагом на пути международного сотрудничества по правовым вопросам освоения космоса явилось принятие XVIII сессией Генеральной Ассамблеи ООН в декабре 1963 г. Декларации правовых принципов деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства. Развивая положения, содержащиеся в этой декларации, и стремясь к их юридическому закреплению, Советский

Союз в июне 1966 г. выступил с инициативой заключения международного договора о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, Луны и других небесных тел. Проект этого договора был внесен на рассмотрение Организации Объединенных Наций и получил ее одобрение.

В 1966 г. были достигнуты новые выдающиеся успехи науки и техники в изучении Луны. Советский Союз, а затем и Соединенные Штаты успешно осуществили мягкую посадку космических аппаратов на естественный спутник Земли. На окололунную орбиту выведены автоматические станции, позволяющие более детально изучить ближайшее к нашей планете небесное тело. Эти достижения свидетельствуют о том, что уже назрела необходимость в разработке международно-правовых норм, регулирующих практические мероприятия по освоению Луны и других небесных тел. Полагая, что такое освоение должно осуществляться исключительно в интересах мира и прогресса, Советский Союз в своем проекте договора предложил, в частности, принять меры для запрещения использования Луны и других небесных тел в военных целях.

Советский Союз борется за установление в космосе строгого правопорядка, способствующего созданию атмосферы доверия между странами и дальнейшему расширению международного сотрудничества.

* *

Космические исследования позволяют не только познавать и использовать законы окружающего нас мира, но и оказывают благотворное воздействие на развитие многих областей науки и техники, на первый взгляд имеющих к космосу лишь отдаленное отношение. Именно поэтому неизменно возрастает число государств, участвующих в освоении космоса. Советский Союз выступает за равноправное сотрудничество всех государств, желающих внести свой вклад в это большое и подлинно международное дело. Однако в настоящее время развитие и выбор направлений международного сотрудничества в освоении космоса в значительной степени сдерживаются напряженной международной обстановкой. Решение проблемы разоружения и значительное улучшение отношений между государствами сделают безграничными возможности сотрудничества.



К ИТОГАМ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СТАНЦИИ «ЛУНА-10»

**(Сообщение Академии наук
СССР)**

Программа научных исследований с помощью автоматической научной станции «Луна-10» — первого в мире искусственного спутника Луны — успешно завершена.

За время полета станции по окололунной орбите (с 3 апреля 1966 г.) получено девять спектров гамма-излучения лунной поверхности и десять магнитографических разрезов окололунного пространства в диапазоне высот 352—1016 км.

За этот период проведено 74 сеанса траекторных измерений, 17 длительных сеансов с измерениями радиационных условий, свойств окололунной плазмы, плотности микрометеорного вещества, теплового излучения Луны и три сеанса с измерениями рентгеновского флуоресцентного излучения лунной поверхности. Траекторные измерения используются для анализа эволюции орбиты станции «Луна-10» и оценки аномалий гравитационного поля Луны.

Осуществлено также большое число кратковременных сеансов контрольных научных измерений и один сеанс радиозахода за Луну.

Ряд сеансов был приурочен к прохождению Лунной особо интересных районов орбиты, в частности районов полнолуния и новолуния, а также районов квадратур.

Обработка полученных данных продолжается, но, как сообщалось в печати и на пресс-конференции 16 апреля 1966 г., в настоящее время уже могут быть сделаны следующие предварительные выводы: магнитное поле в окололунном пространстве является весьма слабым, и напряженность его в различные дни колеблется в пределах от 17 до 35 гамм; гамма-спектры лунной поверхности по своему характеру близки к гамма-спектрам базальтовых пород; пространственная плотность микрометеоритов в окололунном пространстве выше, чем в межпланетном пространстве; в окрестности Луны наблюдается повышенная интенсивность потоков частиц низкой энергии, в частности электронов; аномалии гравитационного поля Луны невелики.



После обработки результаты исследований будут опубликованы в научных журналах.

Поскольку по завершении программы научных исследований в бортовых источниках тока оставался еще некоторый запас электроэнергии, со станцией были проведены дополнительные сеансы связи, во время которых получены данные траекторных измерений, а также информация о работе бортовых систем.

30 мая 1966 г. запас электроэнергии был полностью израсходован и связь со спутником Луны прекратилась.

Всего со спутником Луны было проведено 219 сеансов радиосвязи.

К моменту окончания активного существования спутник совершил 460 витков вокруг Луны, пролетев более семи миллионов километров.

По данным телеметрии, в течение всего активного полета спутника бортовые системы и аппаратура функционировали нормально. Давление и температура в приборном отсеке находились в заданных пределах и составляли соответственно 850—860 мм рт. ст. и 21—23° С.

30 мая 1966 г. параметры орбиты искусственного спутника Луны составляли: минимальное удаление от поверхности Луны (в периселении) — 378,7 км; максимальное удаление от поверхности Луны (в апоселении) — 985,3 км; период обращения спутника вокруг Луны — 2 часа 58 минут 3 секунды; угол наклона орбиты спутника к плоскости лунного экватора 72°2'.

Спутник будет обращаться по селеноцентрической орбите в течение нескольких лет.

За период активного существования с борта спутника семь раз передавалась мелодия партийного гимна «Интернационал»: в день выхода спутника на окололунную орбиту, в день завершения работы XXIII съезда Коммунистической партии Советского Союза, в День космонавтики, в ознаменование 96-й годовщины со дня рождения Владимира Ильича Ленина, Первого мая, в День Победы, в день открытия XV съезда ленинского комсомола.

Уникальные исследования, проведенные с помощью первого искусственного спутника Луны, — важный вклад в мировую науку. Они позволяют значительно расширить знания о Луне и окололунном пространстве.

«Вестник Академии наук СССР»,
8, 1966, 51—52.

ПОВТОРНАЯ ВСПЫШКА НОВОЙ В СОЗВЕЗДИИ ПЕРСЕЯ?

8(21) февраля 1901 г. киевский гимназист А. Борисяк открыл Новую звезду в созвездии Персея. За сутки с небольшим ее блеск возрос с 13,5 до 3-й звездной величины, т. е. усилился более чем в 10 тысяч раз! В максимуме блеска она оказалась еще в 15 раз ярче и достигла нулевой звездной величины. Но уже через полгода звезда перестала быть видна невооруженным глазом, а к концу 1902 г. достигла того же уровня блеска, что и до вспышки.

И вот, 65 лет спустя, Новая Персея вспыхнула снова.

Повторную вспышку Новой в созвездии Персея обнаружил 24 августа 1966 г. американский астроном-любитель Лесли Пельтье из Дельфоса (штат Огайо), проводивший наблюдения на 12-дюймовом телескопе. Незадолго до вспышки — 15 июля — блеск звезды по определению Пельтье был 13^m. 14 августа другой наблюдатель оценил ее блеск в 11^m.5.

Астрономические координаты Новой: прямое восхождение 3 часа 28,9 минуты, склонение 43°48'. Усиление ее блеска в 1966 г. происходит в более медленном темпе, чем в 1901 г.: за первую неделю вспышки оно составило две звездные величины (т. е. блеск усилился в шесть раз).

Пельтье, который за свою жизнь обнаружил 12 комет и несколько новых звезд, наблюдал эту звезду в течение 46 лет, надеясь заметить ее вспышку. Сейчас ведутся спектральные наблюдения Новой Персея, которые помогут оценить скорость движения выброшенной взрывом материи и определить ее состав.

«Science News», 90, 1966, 153.

ПОЛНОЕ ЛУННОЕ ЗАТМЕНИЕ

24 апреля жители восточной части нашей страны (восточнее линии Новосибирские острова — Николаевск-на-Амуре) смогут от начала до конца наблюдать полное лунное затмение. К западу от указанной линии Луна к моменту восхода будет уже затемнена, а еще западнее линии Северная Земля — Иркутск Луна взойдет лишь после окончания затмения.

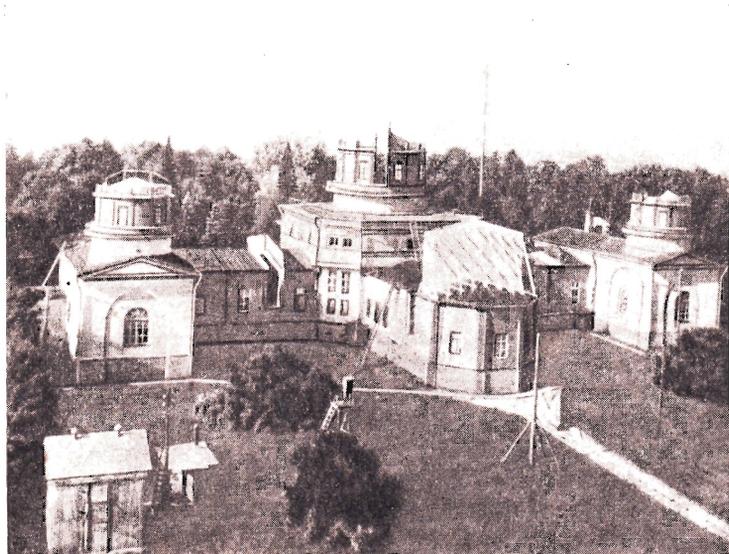
Полное затмение Луны начнется в 14 часов 27,7 минуты по московскому времени и будет продолжаться до 15 часов 46,4 минуты. Причем в 15 часов 7,1 минуты затмение достигнет максимальной фазы — 1,341.



ФОТОДОКУМЕНТЫ

Пулковская обсерватория.
 Инструменты: 15-сантиметровый меридианный круг ($F = 2,15$ м); 15-сантиметровый вертикальный круг ($F = 1,95$ м); 15-сантиметровый пассажный инструмент Эртеля ($F = 2,6$ м); 15,5-сантиметровый пассажный инструмент в первом вертикале; 13,5-сантиметровый зенит-телескоп (работы механика обсерватории Фрейберга — Кондратьева — до сих пор лучший в мире прибор этого типа); 76 - сантиметровой (оптика А. Кларка, США, монтаж фирмы Репсольд, Германия) и 38-сантиметровый рефракторы; 32-сантиметровый «нормальный» астрограф (два объектива — фотографический и визуальный — работы братьев Анри, Франция, $D_{\text{фот}} = 33$ см, $F_{\text{фот}} = 3,5$ м; $D_{\text{виз}} = 25$ см, $F_{\text{виз}} = 3,6$ м); 28-сантиметровый «бредихинский» астрограф.

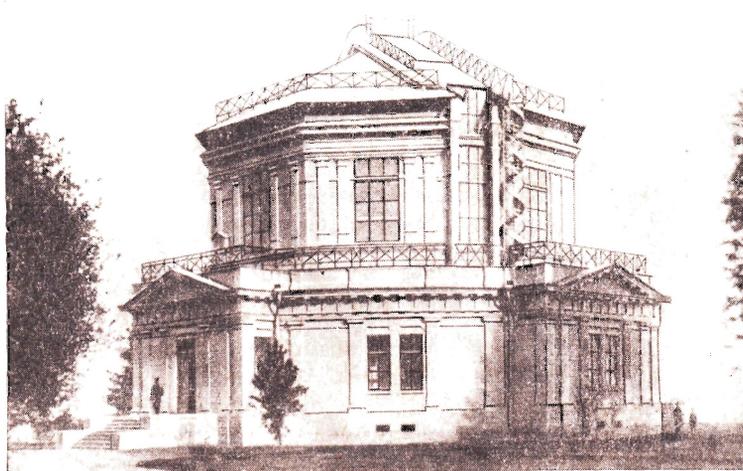
С чего стартовала советская астрономия! Ко времени Великой Октябрьской социалистической революции и в первые годы после нее в нашей стране было всего 9 обсерваторий. С некоторыми из этих обсерваторий знакомят читателей публикуемые ниже материалы, подготовленные доцентом П. Г. Куликовским.



Главное здание Пулковской обсерватории

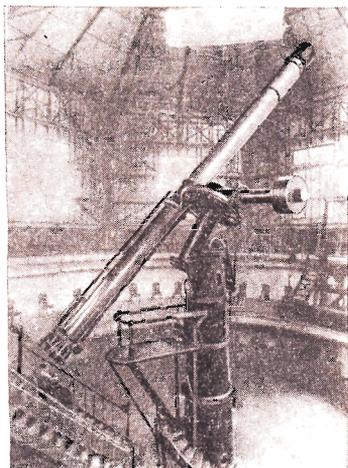


Директор Пулковской обсерватории академик А. А. Белопольский (1854—1934)

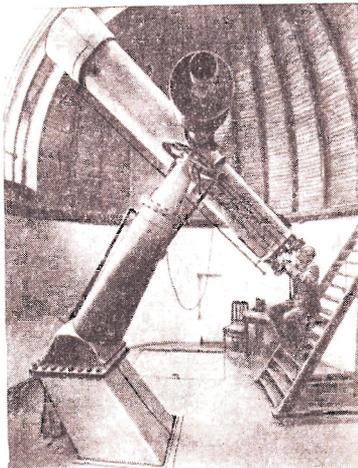


Пулково. Башня 76-сантиметрового (30-дюймового) рефрактора

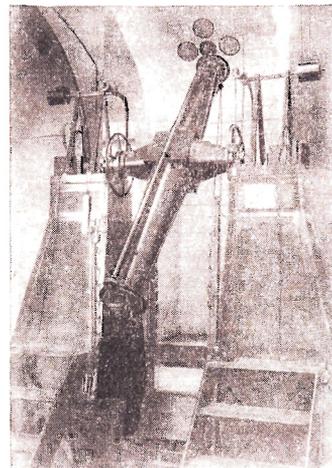
ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ (1917—1921)



76-сантиметровый рефрактор Пулковской обсерватории



Пулково. Нормальный астрограф



Пулково. Большой пассажный инструмент

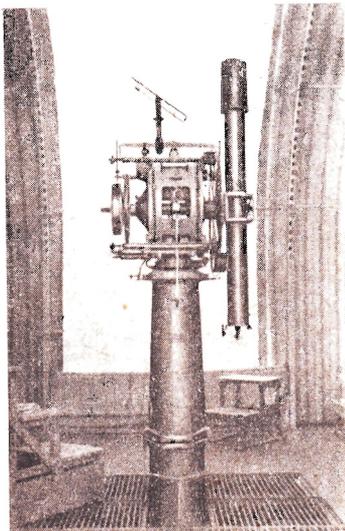


▲ Общий вид Симонского отделения Пулковской обсерватории

Симонское астрофизическое отделение Пулковской обсерватории. Инструмент: 12,0-сантиметровый двойной светосильный астрограф Цейса.

Николаевское астрометрическое отделение Пулковской обсерватории: Инструменты: 10,8-сантиметровый вертикальный круг Репсольда ($F = 1,40$ м); 10,8-сантиметровый пассажный инструмент конструкции Фрейберга — Кондратьева; 16-сантиметровый рефрактор Репсольда ($F = 1,85$ м.).

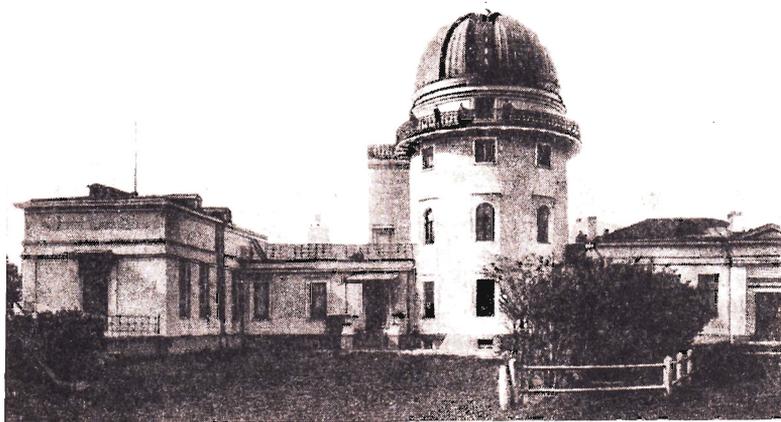
◀ Вертикальный круг Репсольда Николаевской обсерватории



Главное здание Николаевского отделения Пулковской обсерватории



ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ [1917—1921]



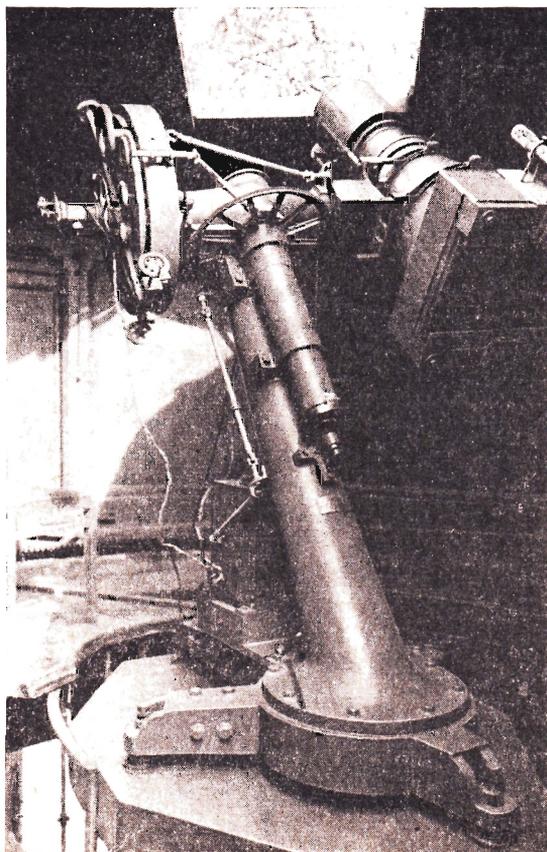
▲
Главное здание Московской университетской обсерватории

Московская обсерватория. Инструменты: 14,8-сантиметровый меридианный круг Репсоляда ($F = 1,96$ м); 39,1-сантиметровый двойной астрограф Анри — Гейде ($F_{\text{виз}} = 6,6$ м, $F_{\text{фот}} = 6,4$ м); 18-сантиметровый визуальный рефрактор Цейса ($F = 3,25$ м); «экваториальная камера» Гейде по идее В. К. Цераского ($D = 9,7$ см, $F = 64$ см), снабженная объективной призмой.

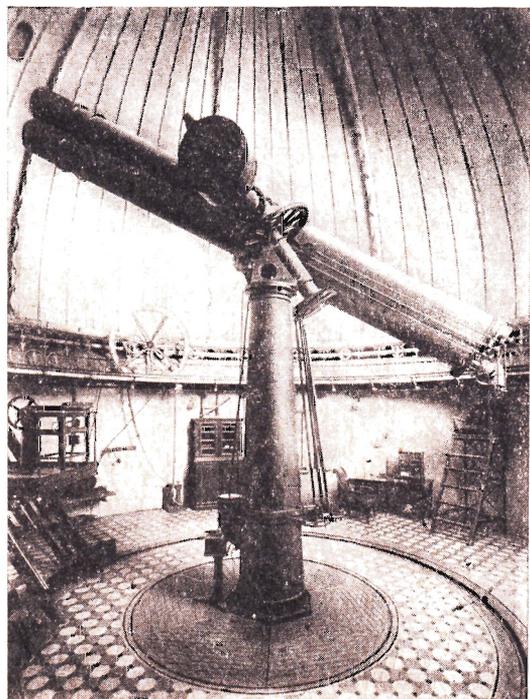


▶
Директор Московской обсерватории, большевик, профессор П. К. Штеренберг (1865—1920)

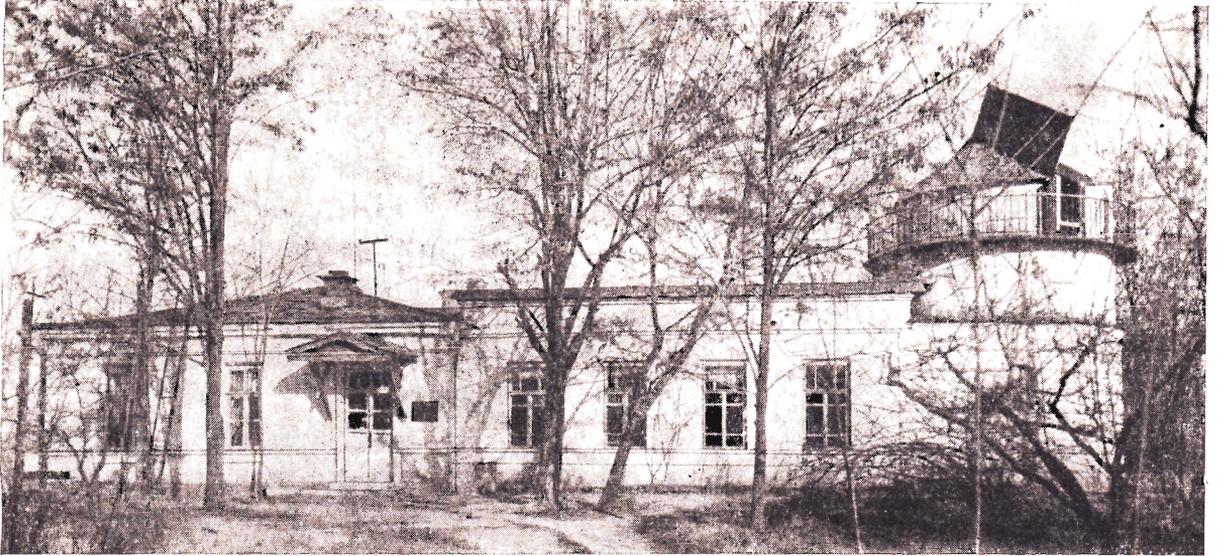
▼
Экваториальная камера Московской обсерватории



▶
Двойной астрограф Московской обсерватории

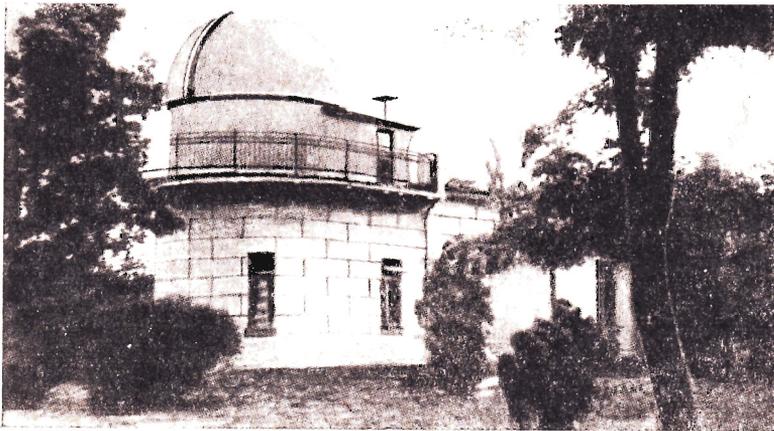


ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ (1917—1921)



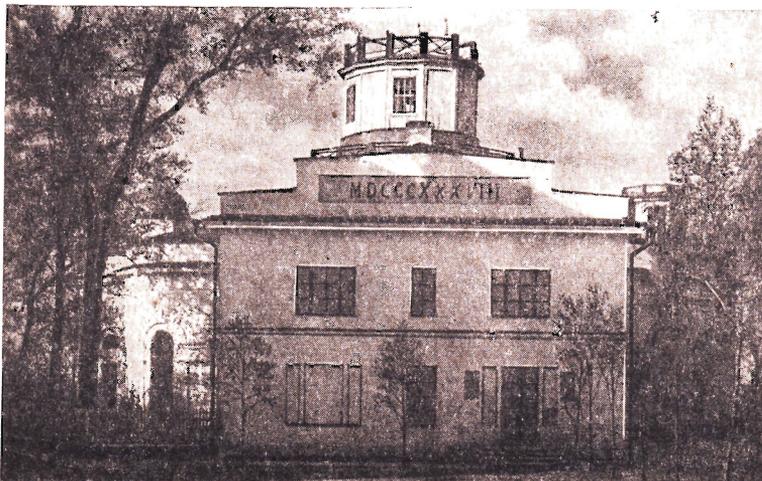
Ташкентская обсерватория ▲

Ташкентская обсерватория. Инструменты: меридианный круг Репсольда (объектив Цейса); 32-сантиметровый нормальный астрограф Анри — Репсольда ($F = 3,48$ м); 15-сантиметровый рефрактор Мерца; 15-сантиметровый кометоискатель Рейнфельдера.



◀ Одесская университетская обсерватория

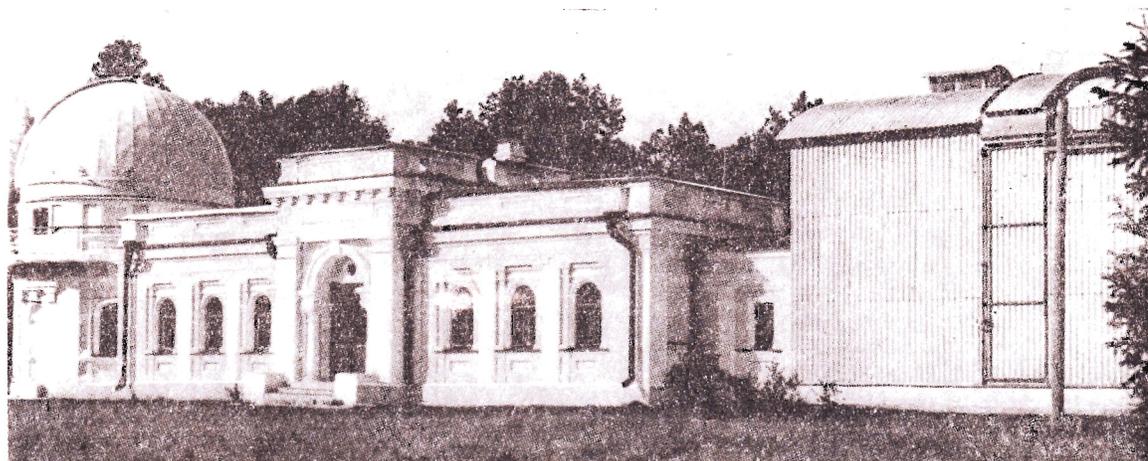
Одесская обсерватория. Инструменты: 13,5-сантиметровый меридианный круг Репсольда ($F = 1,98$ м); 17,5-сантиметровый рефрактор Кука ($F = 2,50$ м).



◀ Казанская университетская обсерватория

Казанская обсерватория. Инструменты: 12,5-сантиметровый меридианный круг; 24,3-сантиметровый рефрактор Мерца ($F = 4,35$ м); пассажный инструмент Эртеля.

ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ [1917—1921]



Энгельгардтовская обсерватория (близ Казани). Инструменты: 10,6-сантиметровый гелиометр Репсо́льда; 30-сантиметровый рефрактор Грэбба; 12-сантиметровый астрограф Гейде ($F = 0,6$ м) с объективной призмой.

▲
Астрономическая обсерватория им. В. П. Энгельгардта



◀ **Директор Казанской астрономической обсерватории и астрономической обсерватории им. В. П. Энгельгардта при Казанском университете профессор Д. И. Дубяго (1849—1918)**

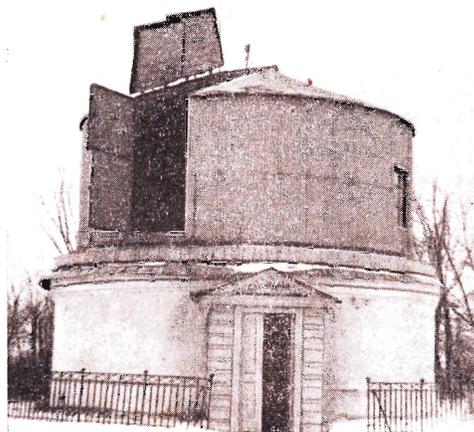
Киевская обсерватория. Инструменты: меридианный круг Репсо́льда; большой пассажный инструмент, 25-сантиметровый рефрактор.



▶ **Директор Киевской обсерватории Р. Ф. Фогель (1859—1920)**

Башня 25-сантиметрового рефрактора Киевской университетской обсерватории ▼

▼
Киевская университетская обсерватория



ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ АСТРОНОМИИ (1917—1921)



- 1917 г.,
апрель Первый Всероссийский съезд астрономов в Петрограде (председатель — профессор П. К. Штернберг).
- 1918 г.,
январь Декрет Совета Народных Комиссаров РСФСР о введении в России григорианского календаря.
- июнь Несколько русскими любителями, проживавшими в разных местах России, открыта Новая Орла 1918 г., причем двое из этих любителей наблюдали звезду первыми в мире.
- Академик А. А. Белопольский подробно исследовал спектр Новой Орла 1918 г. («Известия Российской Академии Наук», № 18, 1918).
- В Петрограде вышел в свет карманный «Атлас Луны» — 24 репродукции фотографий Луны Леви и Пюизё (Париж) с кальками, на которых указаны названия лунных деталей.
- 1919 г. Шлиссельбуржцем Н. А. Морозовым в Петрограде создана обсерватория, вошедшая в руководимый им Петроградский научный институт им. П. Ф. Лесгафта.
- 1920 г. В университетах введен отдельный курс астрофизики.
- В Томском университете организована астрономическая обсерватория.
- В Петрограде создан Государственный вычислительный институт для вычисления и издания ежегодников и эфемерид.
- В Москве образован Оргкомитет для выбора места и строительства Главной Астрофизической обсерватории, который в 1921 г. был преобразован в Государственный астрофизический институт.
- В Петрограде создан Астрономо-геодезический институт Наркомпроса РСФСР.
- В Пулкове организована Служба времени и началась передача через радиостанцию «Новая Голландия» (в Петрограде) ритмических сигналов точного времени (с весны 1921 г. передача велась через Московскую Ходынскую радиостанцию).
- 22—27
августа Второй Всероссийский астрономический съезд в Петрограде (председатель — профессор А. А. Иванов).

ХРОНИКА

- 1920 г. Выход в свет книги К. Э. Циолковского «Вне Земли» (издание Калужского общества изучения природы и местного края, объем книги — 118 стр.).
- август Независимое открытие Новой Лебедя 1920 г. многими советскими любителями и астрономами; первым наблюдал Новую В. В. Каврайский.
- 16 ноября Г. Н. Неуймин (1885—1946) открыл новую комету (1920 V).
- 1921 г.,
апрель В Мурманск выехала экспедиция Русского общества любителей мироведения (РОЛМ) для наблюдения солнечного затмения 8 апреля.
- Выход в свет первых книг по курсу астрофизики: А. А. Белопольского «Астроспектроскопия», Г. А. Тихова «Астрофотометрия».
- 24 апреля В Казани А. Д. Дубяго (1903—1960) открыл комету 1921 I (период 67 лет), орбита которой была вычислена в Петроградском вычислительном институте.
- июль Оргкомитет Главной астрофизической обсерватории организовал под руководством В. Г. Фесенкова астрономо-метеорологическую экспедицию в район Кисловодска для выбора места, где предполагалось строить обсерваторию.
- 1—11
сентября Первый Всероссийский съезд любителей мироведения.
- 5 сентября Из Петрограда в Сибирь и Поволжье выехала экспедиция Академии наук для сбора метеоритов. Руководитель экспедиции — Л. А. Кулик.

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЗЕМЛИ

Можно ли предсказывать землетрясения, извержения вулканов, медленные вертикальные движения земной коры? Как облегчить поиски полезных ископаемых? Ответы на эти и многие другие вопросы может дать изучение процессов, протекающих в недрах Земли. О таких глубинных процессах, методах их исследования и полученных результатах, наконец, о попытках создания их теории и идет речь в настоящей статье.

ДЛЯ ЧЕГО ИЗУЧАЮТ НЕДРА ЗЕМЛИ

Каждый год на земном шаре в среднем происходит 20 сильных землетрясений, из них одно катастрофическое. Многие землетрясения происходят в пустынных областях или посреди океанов, но история человечества знает немало сейсмических катастроф и в густо населенных районах, унесших большое количество человеческих жизней и вызвавших разрушения больших городов. За последние сто лет от землетрясений погибло свыше полумиллиона человек.

Конечно, землетрясения были бы значительно менее опасны, если бы были известны пути их предсказания. В настоящее время суще-

ствуют лишь способы более или менее достоверного определения места и максимальной силы возможных в том или ином районе землетрясений, но мы не знаем, когда землетрясение возникнет. Это означает, что могут быть составлены (и для Советского Союза и некоторых других стран уже составлены) карты, показывающие опасные с сейсмической точки зрения области и определяющие, какой максимальной силы землетрясения можно ожидать в этих областях. Основываясь на таких картах, строители могут принять меры к соответствующему укреплению зданий, чтобы они выдержали вероятные подземные толчки. Но когда природа захочет проверить на деле правильность карты «сейсмического

*Член-корреспондент АН СССР
В. Б. БЕЛОУСОВ,*

*председатель
Межведомственного геофизического
комитета при Президиуме АН СССР*

районирования» и прочность строительных конструкций — в течение ближайшего года или через двести лет — это остается неизвестным. Причина неумения предугадывать время землетрясения лежит в крайней ограниченности наших знаний о природе тех глубинных процессов, которые вызывают содрогания земной коры.

На поверхности Земли происходят также вулканические извержения. Статистика показывает, что в целом они не столь опасны для человечества, как землетрясения, но случается, что и они вызывают крупные катастрофы, особенно если вдруг начнет извергаться вулкан, который в течение долгого времени (иногда в течение многих веков!) считался окончательно угасшим. Так было с извержением Везувия в 79 г. н. э., когда под пеплом погибли города Помпея, Геркуланум и Стабия. Предыдущие извержения Везувия были столь задолго до этого события, что в преданиях не сохранилось

о них никаких воспоминаний. Интересно, что и позже в жизни Везувия были длительные периоды полного покоя, например между XII и XVII веками. Неожиданным было извержение вулкана Пеле на острове Мартинике в 1902 г., когда горячими газами был сожжен город Сен-Пьер и погибло 30 000 человек.

Конечно, и в этих случаях возможность предсказать наступающее извержение за более или менее длительный срок позволила бы избежать человеческих жертв. Хотя в этом направлении за последние годы достигнуты некоторые успехи, мы все же и здесь встречаем трудности, вызванные той же ограниченностью нашего понимания процессов, происходящих в недрах Земли.

Существуют геологические явления, не имеющие такого катастрофического характера, но тем не менее доставляющие человеку крупные неприятности. Известно, что жители прибрежных районов Голландии в течение многих веков ведут борьбу с наступающим на сушу морем, сооружая на его пути дамбы и поднимая их все выше. Причина наступания моря на сушу лежит в медленном, измеряемом миллиметрами в год, опускании земной коры. А неподалеку — в Скандинавии — земная кора, наоборот, поднимается (рис. 1), и это вызывает медленное осушение гаваней и проливов, так что за несколько последних столетий некоторые гавани, рассчитанные в свое время на прием больших кораблей, настолько обмелели, что к их причалам могут подходить только небольшие суда. По-

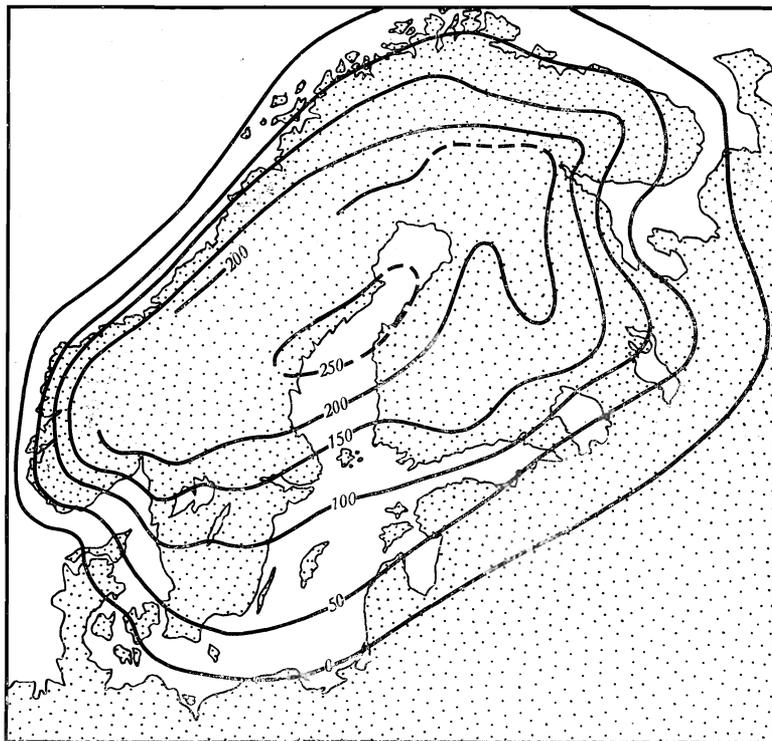


Рис. 1. Современный подъем Скандинавии. Изолинии и цифры показывают подъем в метрах за последние 25 000 лет

скольку современные портовые сооружения рассчитываются на длительное время, важно было бы предвидеть, как в дальнейшем будет меняться глубина воды вблизи них. Для этого нам снова не хватает знания характера и направленности глубинных процессов, вызывающих поднятия и опускания земной коры.

Медленные поднятия и опускания земной коры происходят не только на побережьях, но и внутри материков. Там они влияют на режим работы ирригационных сооружений и систем. Ведь с течением времени даже направление течения в реках и каналах может стать обрат-

ным, если в силу неравномерных движений земной коры уклон земной поверхности изменится. И это тоже следовало бы уметь предвидеть.

Для многих геологических задач также крайне важно знать причины и закономерности движений земной коры и подъема к поверхности расплавленной магмы, происходивших не только в историческое время, но и много раньше — в течение геологических периодов, длительность которых измеряется десятками и сотнями миллионов лет. Дело в том, что от движений земной коры и от магматических процессов зависит распределе-

ние в ней полезных ископаемых. Нефть и газ концентрируются в сводах куполообразных поднятий слоев коры. Многие рудные полезные ископаемые кристаллизуются из растворов, которые циркулируют по трещинам в горных породах, а трещины возникают в результате напряжений, связанных со сжатием или растяжением в земной коре. Многие рудные минералы возникают под воздействием расплавленной магмы или в результате метаморфизма горных пород, т. е. их перекристаллизации под влиянием высокой температуры и давления.

Следовательно, для поисков полезных ископаемых, для того чтобы правильно предвидеть, где, какие полезные минералы можно найти, необходимо иметь достаточно полное представление о причинах и условиях горообразования, смятия слоев в складки, их расклевывания, о причинах и условиях подъема магмы разного состава и метаморфизма пород.

ЧТО ПРОИСХОДИТ НА РАЗЛИЧНЫХ ГЛУБИНАХ

Едва ли стоит подчеркивать, что познание этих процессов имеет и огромное теоретическое значение. Между тем мы вынуждены констатировать, что пока наши знания в этой области весьма ограничены. Относительно глубинных процессов в настоящее время существует ряд гипотез, в пользу которых высказываются те или иные аргументы, но достоверной цельной теории этих процессов пока нет. Трудности, которые возникают на пути к созданию такой теории, очевидны.

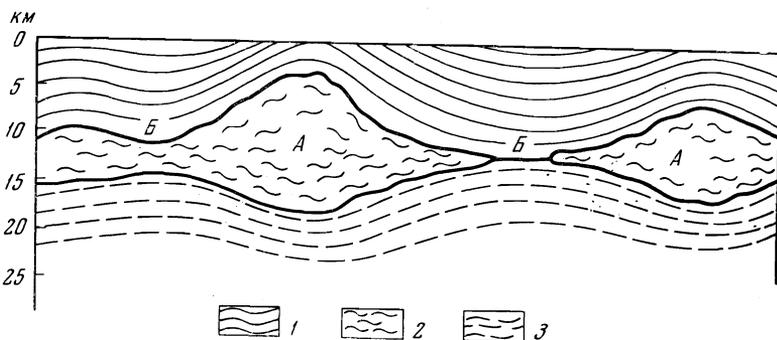


Рис. 2. Деформация гранитов в земной коре и ее влияние на залегание вышележащих пород:

1 — метаморфические и осадочные породы, залегающие выше гранитов; 2 — граниты; 3 — породы «базальтового» слоя, залегающие под гранитами. А — места нагнетания гранитов; Б — места выжимания гранитов

Внешние, или экзогенные, геологические процессы, такие, как разрушение горных пород или образование новых осадочных отложений, происходят на поверхности Земли при давлениях и температурах, близких к нормальным. Поэтому они принципиально доступны изучению без каких-либо особых затруднений. Совершенно иное положение с внутренними, или эндогенными, процессами. Эти процессы проявляются на поверхности в виде тектонических движений, магматических явлений и метаморфизма. Но все эти явления лишь отголоски более глубоких процессов, развивающихся в глубинных слоях земной коры или в подстилающей кору верхней мантии Земли. Такие процессы происходят на недоступных для непосредственного наблюдения глубинах при высоких давлениях и температурах. Изучение их сопряжено с большими трудностями.

Не удивительно поэтому, что геология развивалась «асимметрично»: многое сделано для понимания при-

чин и условий внешних процессов, а в области эндогенных процессов достигнутые успехи главным образом относятся к выяснению исторических и пространственных связей между различными явлениями и к частным механизмам. Потому более общие причины остаются областью предположений.

Впрочем, надо сразу сказать, что выяснение временных и пространственных закономерностей развития тектонических, магматических и метаморфических процессов представляет собой очень большую достижение геологической науки, как теоретическое, так и прикладное. Оно послужило основой для прогнозирования мест концентрации различных групп полезных ископаемых и многие десятилетия направляло и до сих пор направляет геологические поиски. Однако вопрос о глубинных причинах эндогенных процессов не был решен.

Сейчас достаточно ясно, что различные эндогенные процессы происходят на разной глубине. Некоторые небольшие поднятия и

опускания земной коры, охватывающие малые площади, измеряемые несколькими километрами, и столь же локальные деформации горных пород в виде маленьких складок или неглубоких местных разрывов вызываются процессами, протекающими в самой земной коре. Одним из таких процессов может быть, например **гранитизация**, т. е. превращение осадочных и метаморфических пород в граниты путем их переплавления. При гранити-

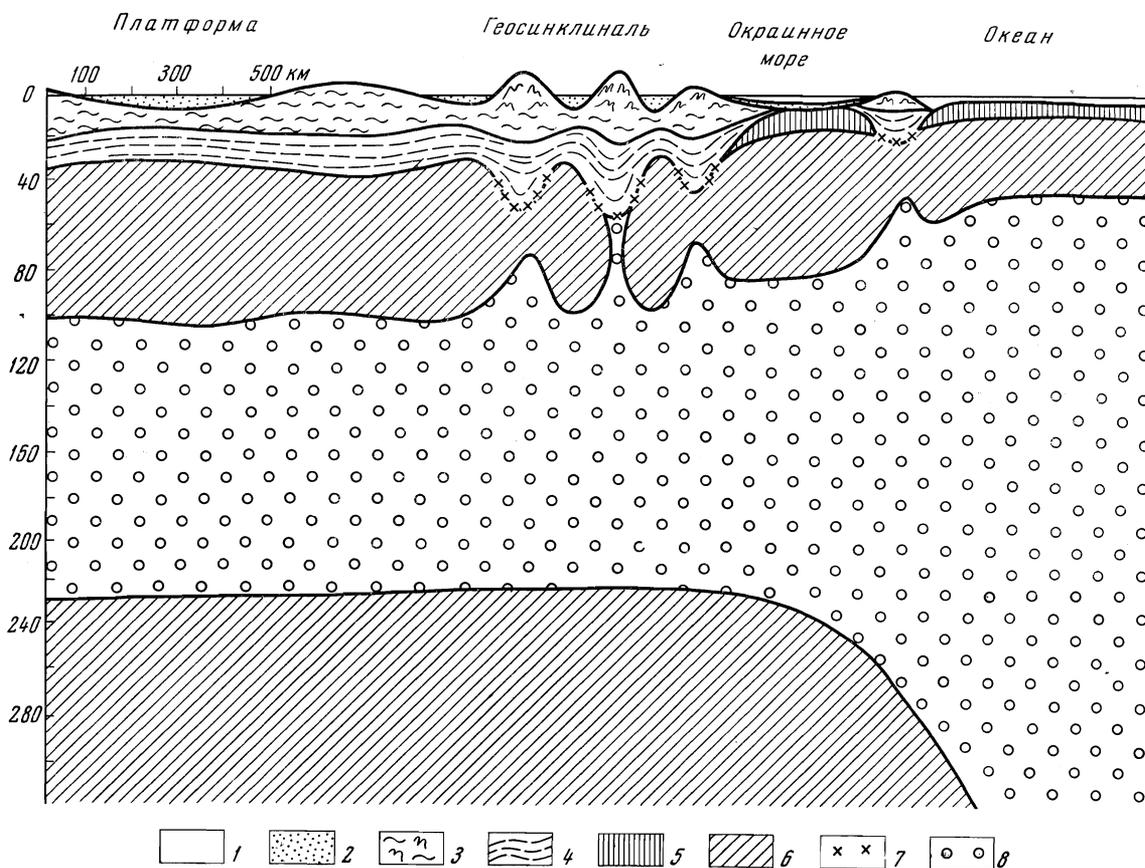
зации происходит увеличение объема пород на 10—15%. Находящиеся в пластичном состоянии еще горячие граниты, залегающие в виде линзы среди других пород на глубине 10—15 км, оказываются в неустойчивом состоянии; под тяжестью вышележащих пород они выжимаются из одних мест и нагнетаются в другие, вызывая деформации в залегающих покрывающих слоев (рис. 2).

Но в основе тектонической

жизни земной коры лежит формирование и медленное развитие больших поднятий и прогибов. В некоторых зонах, называемых подвижными или **геосинклинальными**, эти прогибы и поднятия имеют сильно удлинненную форму, ширина каждого из них обычно колеблется от 50 до 100 км, и испытываемые ими вертикальные движения развиваются интенсивно, со средней скоростью порядка сантиметра в год. Амплитуда верти-

Рис. 3. Строение коры и верхней мантии под разными тектоническими зонами: 1 — вода; 2 — осадочные породы; 3 — гранитный слой (граниты и метаморфические породы); 4 — «базальтовый» слой под материком (метаморфические и основные магматические породы); 5 — базальтовый слой под океанами; 6 — перидотиты верхней мантии; 7 — зона смешения материала коры и верхней мантии; 8 — «волновод» (зона выплавления базальта из перидотита верхней мантии).

Горизонтальный масштаб весьма приближенный



кальных движений измеряется в этих случаях многими километрами (до 12—15 км). Располагаясь рядом, такие поднятия и прогибы приводят к чрезвычайно контрастному расчленению земной коры на возвышенные гребни и глубокие впадины, что характерно для горных областей (рис. 3).

В других областях, называемых **стабильными**, или **платформами**, поднятия и прогибы имеют округлые или неправильные очертания, их поперечник измеряется сотнями километров (иногда свыше 1000 км), скорость вертикальных движений здесь измеряется долями миллиметра в год, а амплитуда не превышает нескольких километров. Это — области плавного проявления вертикальных движений и малых контрастов между поднятиями и прогибами. Такое развитие характерно для равнин (см. рис. 3).

В описанных больших вертикальных движениях, несомненно, принимает участие вся земная кора в целом и, таким образом, причина таких движений — в процессах, происходящих ниже земной коры, — в **мантии Земли**.

На какую же глубину распространяются эти исходные процессы? Известно,

что самые глубокие очаги землетрясений зарегистрированы на глубине около 700 км. На глубине около 900 км наблюдается резкий перелом в скорости распространения сейсмических волн: до указанной глубины скорости нарастают быстро, а ниже, вплоть до границы с ядром, они увеличиваются очень постепенно (рис. 4 и 5). На глубинах 100—200 км под материками и 50—400 км под океанами в мантии отмечается слой с несколько пониженными скоростями сейсмических волн — **астеносфера**, или «волновод», который представляет собой зону размягчения материала и его относительной подвижности.

Таким образом, мантию можно разделить на две части: **верхнюю** и **нижнюю**. Верхняя часть мантии неоднородна. Нижняя — гораздо более однородна. Поэтому вполне правдоподобно предположение, что верхняя мантия — как раз та область, где зарождаются тектонические и магматические процессы. Ее нижняя граница лежит на глубине около 900 км. Учитывая неточности в определении этой границы, мы можем считать, что нас должен интересовать верхний слой Земли толщиной около 1000 км.

НА ПОМОЩЬ ПРИХОДИТ ГЕОФИЗИКА

Совершенно очевидно, что при современных технических средствах невозможно непосредственно проникнуть с поверхности на такую глубину. Самая глубокая скважина на земном шаре не достигает и восьми километров. Сейчас существуют проекты бурения сверхглубинных скважин: на материке до 10—15 км, чтобы достигнуть так называемого базальтового слоя коры, нигде не обнажающегося на поверхности, и в океане на глубину 10—12 км от поверхности воды, чтобы достигнуть верхних слоев мантии Земли (это принципиально возможно, благодаря тому, что толщина коры под океаном всего 5—6 км). Осуществление подобных проектов представляет огромный интерес для познания процессов, происходящих в земной коре и кровле мантии. Но для освещения процессов, протекающих во всей огромной толще верхней мантии, приходится пользоваться косвенными методами, которые дают сведения о тех или иных физических свойствах глубинного вещества.

Что же касается химического состава того же ве-

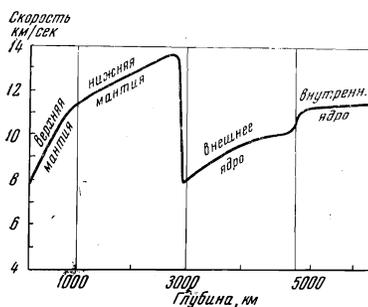


Рис. 4. Изменение скорости распространения продольных сейсмических волн с глубиной

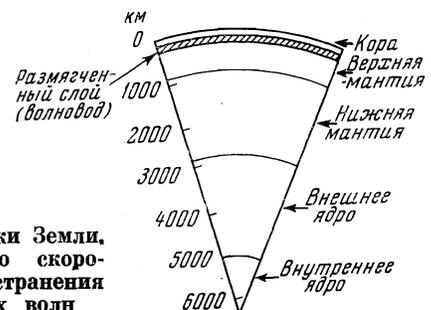


Рис. 5. Оболочки Земли, выделяемые по скоростям распространения сейсмических волн

щества, то, чтобы приблизиться к его пониманию, приходится прибегать к совместному, перекрестному использованию ряда косвенных методов. Использование какого-либо одного метода открывает довольно многочисленные варианты возможных решений, последующая проверка которых другими методами позволяет отбросить ряд вариантов и делает решение более определенным.

Косвенные методы — это прежде всего **геофизические методы**. Наиболее важный из них — **сейсмический** — позволяет по скорости распространения в Земле упругих волн, вызванных землетрясениями или искусственными взрывами, судить об упругих свойствах вещества, залегающего на той или иной глубине. Сейсмология регистрирует также распределение современных землетрясений и устанавливает характер смещений пород в очаге землетрясения.

Гравиметрический метод позволяет определить среднюю плотность горных пород под данным местом и установить, насколько состояние какого-либо участка земной коры уклоняется от гравитационного равновесия. Например, толстый ледяной покров в начале четвертичного периода своей тяжестью заставил земную кору Скандинавии и Канады прогнуться. А когда ледник растаял, равновесие было нарушено, и земная кора в этих областях стала медленно подниматься. До сих пор здесь наблюдаются «отрицательные гравитационные аномалии», т. е. недостаток масс, который постепенно восполняется путем поднятия коры и одно-

временного подтекания под область поднятия тяжелого материала верхней мантии.

Магнитометрический метод выявляет распределение до некоторой глубины более и менее магнитных масс. Так как с повышением температуры с глубиной до **точки Кюри** магнитные свойства тел исчезают, этот метод позволяет судить о распределении температуры по глубине. В горных породах в течение геологических периодов сохраняется остаточное намагничение, отвечающее своей ориентировкой тому магнитному полю, которое существовало во время образования данной породы. Отсюда появляется принципиальная возможность выяснить «палеомагнитным методом» расположение земных магнитных полюсов в предыдущие геологические периоды и проследить, насколько оно менялось в течение геологической истории.

Наконец, **геотермический метод** позволяет определить размер теплового потока, выделяющегося из недр Земли в данном месте. Поскольку выделение тепла связано с количеством радиоактивных элементов, содержащихся в породах, а это количество в свою очередь связано с общим химическим составом пород (**кислые**, т. е. богатые кремнеземом, породы содержат больше радиоактивных элементов, чем **основные**, т. е. бедные кремнеземом), то размер теплового потока косвенно позволяет судить о химическом составе материала, подстилающего данный район.

Совместное использование перечисленных геофизиче-

ских методов позволяет установить в некоторых пределах наиболее вероятное строение данного участка земной коры и наиболее вероятный состав материала земной коры и в некоторой мере — верхней мантии. Чрезвычайно важно, чтобы в этот комплекс были включены и данные геологических наблюдений. Последние рисуют нам строение земной коры у ее поверхности и состав горных пород, слагающих верхние слои коры. В вулканических областях эти данные позволяют по вытекающей из вулканов лаве и по твердым выбросам вулканов судить также и о составе материала на тех глубинах, где находится вулканический очаг (обычно последний располагается на глубине 40—60 км). Но главное то, что геологические методы (и только они) дают возможность восстанавливать историю земной коры — ее движений и происходивших в ней магматических и метаморфических процессов. Историю геологической науки — важнейшая ее особенность. Изучение геологической истории приводит к выводу, что разные **тектонические зоны**, наблюдаемые сейчас на поверхности Земли, отражают различные последовательные стадии ее развития.

На поверхности земной коры существуют, например, **складчатые зоны**. Известно, что они образовались в разное время. Имеются **каледонские** складчатые зоны, в которых слои смялись в складки в конце нижнего палеозоя, т. е. приблизительно 400 млн. лет назад. К таким зонам относятся нагорья Шотландии, Северные

Аппалачи в США, Саянские горы в СССР и др. Более поздние складчатые зоны называются **герцинскими**, или **варисцийскими**. В них смятие слоев в складки произошло в конце палеозойской эры, т. е. около 200 млн. лет назад. К ним относятся Южные Аппалачи, Урал, ряд горных хребтов в Китае и др. Наконец, самыми молодыми являются **альпийские** складчатые зоны — Альпы, Кавказ, Гималаи, Кордильеры Северной Америки, Анды Южной Америки и другие. Здесь смятие слоев в складки произошло всего 30—35 млн. лет назад и даже позже. Существуют и очень древние, **допалеозойские**, складчатые зоны.

После образования складчатой зоны движения земной коры на ее месте обычно постепенно затухают и здесь образуется платформа. В соответствии с разным возрастом складчатых зон и платформ имеют разное время своего образования: среди них есть более древние и более молодые.

Использование этих выводов геологической науки совместно с геофизическими данными позволяет судить об изменениях, происходивших с течением времени, в ходе геологической эволюции, в глубинном строении земной коры и верхней мантии, т. е., другими словами, составлять представление о происходивших и происходящих на больших глубинах процессах. Например, если из геофизических данных следует, что земная кора толще под молодыми складчатыми зонами, тоньше под древними складчатыми зонами и еще тоньше под древними платформами, то,

очевидно, необходимо сделать вывод, что с течением времени происходит уменьшение толщины земной коры.

Установлено, что некоторые области, бывшие в течение длительного геологического времени платформами, недавно (10—15 млн. лет назад) вдруг снова вернули себе подвижность и в их пределах опять стали расти горы. Это — **зоны тектонической активизации**. Таков, например Тянь-Шань, который вырос в результате значительного усиления тектонических вертикальных движений в неогене и четвертичном периоде, тогда как перед этим — в течение всего мезозоя и в палеогене — эта область была уже платформой. Геофизические методы показывают, что кора — таких областях активизации имеет очень большую толщину, вдвое большую, чем кора на платформах. Значит, активизация тектонических движений связана с увеличением толщины коры.

Геологические методы указывают на характер тектонических движений, их направление, амплитуду и скорость, правда, усредненную за длительные промежутки времени. А если использовать также и **геодезические методы**, позволяющие регистрировать направление и скорость современных тектонических движений земной коры, то в целом можно получить такие сведения о движениях земной коры, которые в значительной степени определяют выбор среди возможных глубинных процессов, являющихся причиной этих движений.

Геология устанавливает так-

же последовательность магматических проявлений, изменение их химического состава с течением времени и их связь с движением земной коры. Поскольку магматизм отражает процессы, происходящие преимущественно под земной корой, он также дает важный материал для суждения о наиболее вероятных глубинных процессах.

ЧТО МЫ ЗНАЕМ О НЕДРАХ ЗЕМЛИ

Мы не имеем возможности в этой статье останавливаться на примерах конкретного использования указанных методов применительно к тому или иному району. Это увело бы нас далеко в область специальных вопросов. Мы можем только попытаться чрезвычайно кратко суммировать самые важные результаты, которые были получены этими методами для больших областей. Можно также попытаться в нескольких словах изложить те принципы, на которых, вероятнее всего, будет строиться будущая теория глубинных процессов (см. рис. 3).

Было установлено, что, как правило, на материках земная кора толще под молодыми хребтами и тоньше под низменностями. Ее состояние мало отличается от состояния плавания на пластичной верхней мантии. Горы возвышаются, потому что под ними кора имеет «корень», глубоко погружающийся в мантию. Глубина такого корня в 5—6 раз больше высоты поддерживаемых им гор. Так и толстая льдина выступает выше

над поверхностью воды, чем тонкая, но нижней своей частью она погружена в воду много глубже последней.

Средняя толщина коры на материках равна 35 км. Но под Памиром или Андами она достигает 70—80 км, а на древних платформах равна 30 км. Значительно тоньше кора под океанами. Ее твердая часть имеет толщину всего 5—6 км, а вместе со слоем воды она не превышает 11—12 км.

Сейсмические волны и гравиметрические данные указывают на изменение с глубиной физических свойств пород земной коры. Отсюда возникла классическая схема разделения коры на три слоя: **осадочный, гранитный и «базальтовый»**. Осадочные породы нам хорошо известны. Их толщина меняется от 0 до 15 км. Гранитный слой состоит не только из гранитов, но и из различных метаморфических пород, преимущественно гнейсов. Порода «базальтового» слоя никто до сих пор достоверно не видел. Вероятно, этот слой состоит отчасти из основных магматических пород (типа габбро), а отчасти (может быть, даже в большей степени) из плотных метаморфических пород, потерявших под влиянием нагревания и высокого давления воду и ряд легких составных частей.

Под океанами нет гранитного слоя. Здесь под осадочным слоем малой толщины (не больше 1 км) сразу залегают породы, обладающие скоростью распространения сейсмических волн, характерной для базальтов и других основных магматических пород. Судя по тому, что вулканы, расположен-

ные посреди океана, выбрасывают лишь базальтовую лаву, можно думать, что «базальтовый» слой в океанах действительно базальтовый.

Важнейшая особенность строения верхней мантии — **волновод**, т. е. слой с пониженными скоростями сейсмических волн и, следовательно, относительно более мягкий и менее плотный, чем подстилающие и покрывающие слои. Как указывалось, волновод имеет гораздо большую толщину под океанами и меньшую под материками. В первом случае он начинается на глубине 50 км и заканчивается на глубине 400 км, а во втором — залегает между глубинами 100 и 250 км. На материках он утолщается под молодыми хребтами, поднимающимися еще и сейчас, и почти вовсе пропадает под древнейшими кристаллическими щитами, например Балтийским или Канадским.

Кора отделена от мантии довольно резким разделом, выражающимся в скачке сейсмических скоростей: с переходом от коры к мантии скорости распространения сейсмических волн сразу возрастают. Но все же характер границы между корой и мантией в разных местах несколько различен. Под устойчивыми платформами эта граница выражена более резко, а в тектонически активных зонах переход от коры к мантии значительно более постепенный. Здесь можно предполагать смешение материала верхней мантии и коры на границе между этими оболочками.

Наибольшее количество данных сейчас говорит в

пользу того, что исходный состав верхней мантии перидотитовый. **Перидотит** — это ультраосновная порода, бедная кремнеземом, с повышенным содержанием магния и железа. Но в действительности состав верхней мантии, несомненно, сложнее. При нагревании перидотита под давлением он подвергается частичному плавлению и из него выплавляется базальтовая жидкая магма. Есть основания думать, что волновод как раз и представляет собой зону выплавления базальта из перидотита. Выплавленный базальт рассеян в волноводе в виде капель или пленок, облегающих отдельные кристаллы. В целом его объем, вероятно, занимает 10% общего объема волновода. Именно наличием жидких включений и обусловлены меньшая плотность и большая текучесть материала волновода.

Взаимодействие верхней мантии и коры, вероятно, в значительной степени обусловлено свойствами волновода. Поскольку плотность его материала ниже, чем плотность покрывающих слоев, на его поверхности возникает механическая неустойчивость: текучий и более легкий (приблизительно на $0,1 \text{ г/см}^3$) материал волновода стремится всплыть сквозь более тяжелый покрывающий материал. Эта неустойчивость ведет сначала к образованию неровностей, выступов и впадин в кровле волновода. Жидкий базальт концентрируется на гребнях выступов, образует здесь крупные скопления — **астенолиты**, которые могут открываться от поверхности волновода и всплывать. Раз-

ломы в верхних слоях мантии значительно облегчают всплывание. Эти разломы влияют на ориентировку всплывающих астенолитов и определяют их линейное, вытянутое по некоторым направлениям расположение.

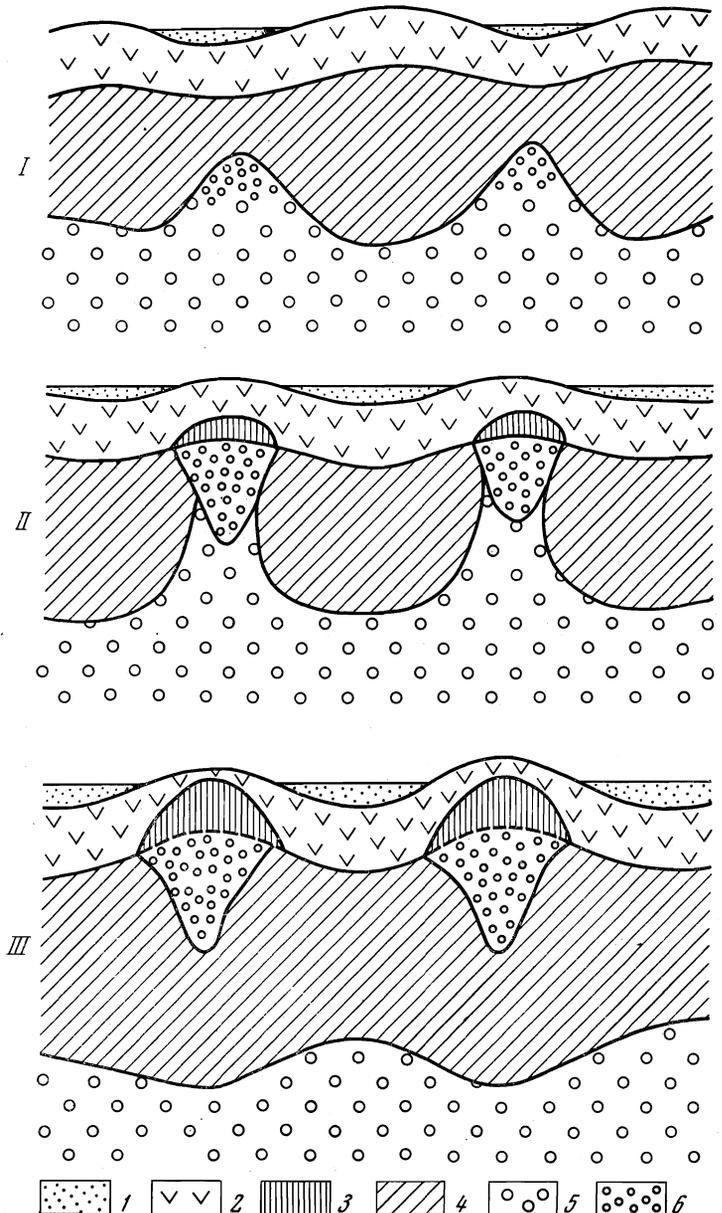
Одни астенолиты быстро поднимаются вплоть до поверхности и образуют поверхностные излияния базальтовых лав. Другие останавливаются близ подошвы коры или внутри нее. Эти последние астенолиты играют большую роль в жизни земной коры. Они приносят с собой глубинное тепло и, сильно прогревая кору, вызывают в ее породах явления метаморфизма вплоть до образования гранитов, которое сейчас рассматривается как результат частичного плавления осадочных и метаморфических пород. Под влиянием прогревания из нижних слоев выпаривается вода и выделяются подвижные компоненты (кремнезем и частично щелочные металлы). Подвижные компоненты мигрируют вверх, чем подчеркивается разделение коры на два слоя — более легкий гранитный вверху и более тяжелый «базальтовый» внизу (рис. 6).

Приток базальтового материала из волновода верхней мантии в кору осуществляется периодически. В промежутках могут происходить остывание и кристаллизация этого материала, причем те астенолиты, которые застывают на значительной глубине (под подошвой материковой коры), т. е. в условиях высокого давления, кристаллизуются в виде **эклогита** — очень плотной породы, состоящей из граната и пироксена. Появление эклогитов

Рис. 6. Схематическое изображение предполагаемого взаимодействия коры и верхней мантии:

- I* — стадия образования неровностей на поверхности волновода и первоначальной концентрации базальта;
II — стадия образования каналов, соединяющих волновод с корой; начало процессов метаморфизма в коре;
III — стадия отделения базальтовых масс от волновода и присоединения их к коре, развитие процессов метаморфизма и гранитизации в коре.

1 — рыхлые осадочные породы; 2 — консолидированная земная кора; 3 — область процессов метаморфизма и гранитизации под влиянием притока тепла, поступающего с материалом волновода; 4 — перидотит верхней мантии; 5 — волновод (зона рассеянного выплавления базальта из перидотита); 6 — области концентрации базальта, выплавленного из верхней мантии

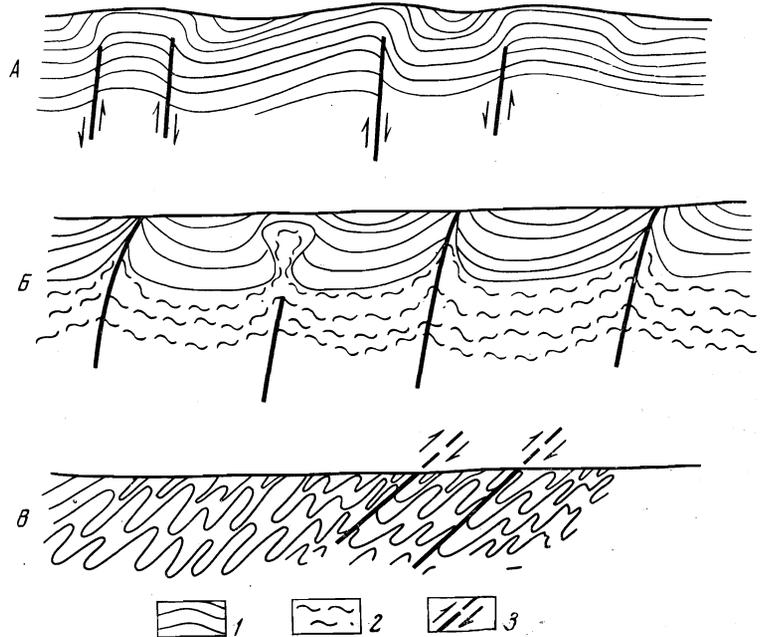


в. кровле мантии еще более усложняет ее состав. Эклогит замечателен тем, что он при новом нагревании переходит в базальт с увеличением объема на 10—15%. Таким образом, периодическое нагревание и охлаждение эклогита могут стать причиной волнообразных поднятий и опусканий земной коры.

Такой активный приток материала, а вместе с ним и тепла, из верхней мантии в кору характерен для подвижных зон — геосинклиналей. Собственно, этот вещественный и энергетический поток с глубин к поверхности и является причиной подвижности земной коры в геосинклиналях. По мере исчерпания внутренней энергии в данном месте (в результате значительной потери выплавленного в волноводе базальта) подвижность коры ослабевает и геосинклиналь сменяется платформенным состоянием со спокойными вертикальными движениями коры. Но, как мы видели, может наступить новая «активизация» движений. Рассмотрение причин этого явления выходит за рамки данной статьи.

КАКОЙ БУДЕТ ТЕОРИЯ?

Давний вопрос геологии — характер и направление первичных, т. е. непосредственно вызванных глубинными причинами движений земной коры. Хорошо известно, что кора совершает неравномерные вертикальные движения, приводящие к образованию выпуклостей и впадин и к их изменениям с течением времени. Но известно также, что в геосинклиналях слои горных пород сминаются в складки. В течение



долгого времени складки горных пород считались доказательством горизонтального сжатия земной коры, при котором слои соответственно коробятся. Сжатие же связывалось с уменьшением подкорового объема земного шара при его остывании, что должно было бы вызывать «сморщивание» коры.

Однако после того, как стало известно содержание радиоактивных элементов в горных породах, перестали считать, что Земля остывает: при радиоактивном распаде в ее недрах выделяется достаточное количество тепла, чтобы не только поддерживать еще в течение миллиардов лет существующую температуру земных недр, но даже, возможно, и вызывать их разогревание.

Вместе с тем выяснилось, что для объяснения складчатости слоев вовсе не обязательно прибегать к предпо-

Рис. 7. Типы складчатости: А — глыбовая складчатость, образованная вертикальными поднятиями и опусканиями отдельных глыб земной коры; Б — складчатость нагнетания пластичных и относительно легких пород (соли, глины и др.); Б' — складчатость смятия.

1 — слои различных осадочных пород; 2 — слои пластичных и легких пород; 3 — разрывы; стрелки показывают относительное смещение крыльев разрыва

ложению о горизонтальном сжатии коры. Детальное изучение показало, что складчатость распадается в широко распространенную складчатость, выраженную в виде куполов, связанная с местным поднятием отдельных участков земной коры и не требующая сжатия последней. Идея сжатия возникает при наблюдении складчатости смятия, состоящей из чередования сильно сжатых, непрерывно чередующихся складок (рис. 7). Но оказа-

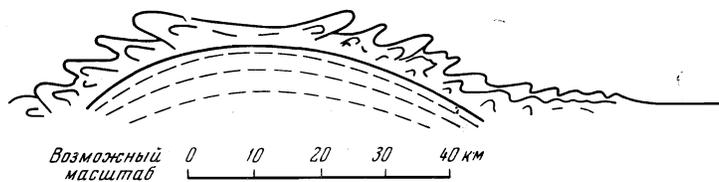


Рис. 8. Образование складчатости смятия при соскальзывании слоев со склонов тектонического поднятия под действием силы тяжести

лось, что сжатие слоев, которое непосредственно ведет к их смятию в складки, можно рассматривать как вторичное явление, производное от вертикальных движений и вызванное силой тяжести. Последняя увлекает слои вниз по склонам тектонических поднятий и, вследствие ползучести (крипа), слои медленно сползают вниз и сгущаются на уступах, сминаясь в складки (рис. 8). Это происходит там, где интенсивные и контрастные вертикальные движения земной коры приводят к образованию резко расчлененного тектонического рельефа в земной коре. Такая обстановка характерна для геосинклиналей. Именно в их пределах и наблюдается сильная складчатость смятия, которая совершенно отсутствует на платформах с их плавными, пологими переходами от поднятий к прогибам. На платформах сильная складчатость наблюдается лишь в глубоких слоях коры — в **кристаллическом фундаменте**. Но эта складчатость древняя. Она образовалась еще тогда, когда на месте платформы была геосинклиналь. Потом земная кора затвердела, образовалась платформа, и спокойное залегание

более молодых осадочных пород отражает уже малоподвижное платформенное состояние.

Если изложенная точка зрения на природу складчатости окажется правильной (а она разделяется многими, хотя и не всеми геологами), то стоящая перед нами задача выяснения характера глубинных процессов сильно облегчится: в этом случае надо будет искать глубинные причины лишь вертикальных движений земной коры. Если же следовать той точке зрения, что в коре происходят не только первичные вертикальные, но и первичные горизонтальные движения, независимые от вертикальных, то положение значительно усложнится. Автор полагает, что правильна первая точка зрения.

Тут я слышу, как читатель спрашивает: а как же быть с дрейфом материков, с их горизонтальными перемещениями на тысячи километров? Ведь параллелизм атлантических берегов Северной и Южной Америки, с одной стороны, и Европы и Африки, с другой, как будто достаточно красноречиво указывает на то, что эти два материковых блока когда-то были соединены в один общий материк, который раскололся, две его части раздвинулись и между ними «открылся» Атлантический океан.

Не будем, однако, торо-

питься. Существуют очевидные факты, которые категорически говорят против гипотезы дрейфа материков.

В связи с тем, что радиоактивные элементы концентрируются преимущественно в кислых горных породах, на материках основная их масса сосредоточена в земной коре и даже в верхней ее части — в гранитном слое. Именно отсюда и поступает к поверхности главная часть материкового теплового потока. Что же произойдет, если материк «сдвинуть» в сторону, обнажив на поверхности подстилающую его верхнюю мантию? Тепловой поток сильно ослабнет. Расчеты показывают, что он должен ослабеть по крайней мере в 3 раза. Следовательно, если океаны образовались как щели между раздвинувшимися материками, то в океанах тепловой поток должен быть по крайней мере в 3 раза слабее, чем на материках. А на самом деле средняя интенсивность теплового потока на материках и в океанах одинакова. Это можно объяснить лишь тем, что под океанами имеется то же количество радиоактивных элементов, что и под материками, но оно не сосредоточено в коре (базальтовая кора океанов бедна радиоактивными элементами), а рассеяно в верхней мантии. Отсюда следует, что океанические и материковые области Земли различаются строением и составом не только коры, но и верхней мантии. Различия между этими областями идут чрезвычайно глубоко и поэтому горизонтальное перемещение коры по мантии категорически исключается.

Тесная связь коры с под-

стилающей ее верхней мантией подтверждается также и длительным устойчивым положением на поверхности Земли зон опускания и поднятия земной коры. Причины этих движений, как было сказано, — в процессах, протекающих в верхней мантии. Поэтому, если бы кора двигалась по мантии, перемещались бы по поверхности материков и указанные зоны прогибания и поднятия коры. Между тем, так называемая **московская синеклиза** — область медленного прогибания в центре Русской платформы — остается на одном и том же месте в течение по крайней мере 600 млн. лет.

Таким образом, кора и верхняя мантия неотделимы. Они развиваются совместно, образуя единую оболочку — **тектоносферу**. Если согласиться с движением материков, то следует допустить, что перемещается вся тектоносфера целиком (слой 1000 км толщиной!) при сохранении всех движений внутри нее ненарушенными. Но тектоносфера не образует изолированных глыб, как это имеет место с материковой корой. Она окутывает непрерывной оболочкой весь земной шар. Материковой тектоносфере просто некуда смещаться, если уже не говорить о реальных причинах, которые могли бы вызвать движение на тысячи километров по горизонтали слоя пород в тысячу километров толщиной!

С точки зрения взаимоотношений между корой и верхней мантией преимуществом перед гипотезой дрейфа материков как будто обладает другая гипотеза — большого увеличения объема земного шара. Эта гипо-

теза предполагает, что Земля первоначально была столь мала, что современные материка, объединенные в один блок, покрывали ее всю. Расширение глубоких зон Земли разорвало этот единый материк и раздвинуло его куски далеко друг от друга. В этом случае можно думать, что связь коры с верхней мантией сохранилась под каждым обломком прежнего единого материка, а пространства между материковыми обломками заполнились материалом, поступившим из глубины. Мы не будем говорить о возможных причинах такого колоссального расширения Земли, по-видимому, противоречащего основным астрономическим данным. Для нас сейчас достаточно еще раз сослаться на равенство тепловых потоков на материках и в океанах. Это равенство по уже указанным выше обстоятельствам никак не могло бы наблюдаться, если бы с Землей произошло нечто подобное тому, что предполагается по гипотезе расширения.

Таким образом, все данные приводят к выводу, что **материки никуда не движутся**, что они образовались там, где сейчас находятся, и что то же справедливо и для океанов. Первоначально материка, видимо, образовывались в результате накопления у поверхности легкого (базальтового и гранитного) материала, выплавленного из верхней мантии. Такое выплавление происходило неравномерно и поэтому материка образовывались не всюду, а лишь в некоторых местах и постепенно увеличивали свою площадь. Но геологические структуры материков часто оборваны

вдоль краев океанов и раньше явно продолжались туда, где сейчас лежат океаны, с их иной (базальтовой) корой. Судя по этому, в какие-то периоды материка были обширнее современных. Некоторые океаны или их части тогда отсутствовали и на их месте была суша. Такое «подозрение» относится ко всему Атлантическому и значительной части Индийского океанов. На месте этих океанов существовали материка, которые опустились и дали место океанам. Это должно было сопровождаться изменением материковой коры и материковой верхней мантии в океаническую кору и океаническую верхнюю мантию. Как это происходило — не совсем ясно, но возможно, что при очень сильном разогреве верхней мантии ее расплавленный материал вытекал на поверхность материковой коры и после своего застывания и кристаллизации своей тяжестью увлекал куски ее в глубину, и они заново растворялись в ультраосновном материале мантии.

Выделение легких составных частей из мантии при образовании материков — это процесс **дифференциации** материала мантии. Обратное поглощение материковой коры мантией — противоположный процесс **гомогенизации**. Первый происходит при сравнительно умеренном подъеме температуры, достаточной лишь для частичного плавления материала верхней мантии. Второй требует значительно большего нагревания, при котором происходит уже полное плавление этого материала.

Если радиоактивные эле-

менты, содержащиеся в Земле, вызывают (или вызывали до сих пор) все большее разогревание земного шара, то океаническая стадия должна закономерно следовать за материковой. Сначала образуются материки, потом они разрушаются, замещаясь океанами. Вода, заполняющая последние, также выделялась из мантии при ее плавлении.

Ну, а как же с параллелизмом противоположных берегов Атлантического океана? Среди океанических берегов можно, оказывается, найти очень много сходных по своей конфигурации, хотя

большинство из них заведомо никогда не соприкасалось друг с другом. Видимо, существуют какие-то общие закономерности в образовании очертаний материков и океанов, повторяющиеся всюду. Например, есть основания полагать, что кора и верхняя мантия Земли пронизаны сеткой параллельных, правильно расположенных разломов, происхождение которых неясно. При обрушении части материка и образовании на этом месте океана может сказаться влияние таких разрывов, параллелизм которых определит и параллелизм берегов.

Мы кратко коснулись здесь лишь некоторых проблем, связанных со строением и развитием земной коры и верхней мантии. Но и сказанного, вероятно, достаточно, чтобы убедиться в том, насколько сложны эти проблемы.

За последние 10—15 лет в их освещении достигнуты большие успехи. Этим мы обязаны, главным образом, разработке и усовершенствованию различных геофизических методов. В изучении строения земной коры и верхних слоев мантии сейчас наибольшую роль играет метод **глубинного сейсмиче-**



ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ СИМПОЗИУМ В КИЕВЕ

С 1962 г. осуществляется в международном масштабе проект «Верхняя мантия Земли и ее влияние на развитие земной коры». В нем участвуют более 40 государств. Наряду с выполнением программы этого проекта, европейские социалистические страны детально изучают строение земной коры и верхней мантии в Карпато-Балканском регионе.

Первые итоги этой работы геофизики подвели на симпозиуме, проходившем в Киеве с 6 по 15 сентября 1966 г. Он был организован Институтом геофизики АН УССР и Междугосударственным геофизическим комитетом АН СССР. В заседаниях симпозиума участвовало более 100 ученых из Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, Советского Союза, Чехословакии и Югославии. Результаты доложенных на симпозиуме исследований основывались на данных глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), а также на палеомагнитных, геотермических и других наблюдениях.

Объединенные усилия геофизиков социалистических стран уже

принесли первые успехи в изучении земных недр Карпато-Балканского района (выявлены некоторые особенности глубинного строения земной коры, составлены разрезы ГСЗ и схемы гипсометрии поверхности Мохоровичича и др.). Однако, чтобы эти исследования были еще более успешными, нужно дальнейшее усиление контактов между учеными. Необходимо разрешить ряд научных, научно-организационных и методических вопросов и создать единую стандартизованную методику проведения работ. На симпозиуме было решено разработать проект инструкции по интерпретации полученных данных ГСЗ. Обсужден вопрос о целесообразности проведения сейсмического профиля (годографа) длиной свыше 300—500 км для изучения более глубоких горизонтов верхней мантии. Для практической работы геологов признано важным опубликовать имеющиеся в настоящее время геофизические данные (параметры) о строении коры и верхней мантии указанного района Европы.

Симпозиум геофизиков социалистических стран не только подвел итоги исследований коры и мантии в Карпато-Балканском регионе, но и создал новые возможности для совместного планирования, координации и выполнения научных экспериментов, а также для внедрения наиболее совершенных методов исследований.

А. Г. КРАВЧЕНКО

ТОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ

Средний радиус экватора Земли по результатам наблюдений искусственных спутников оказался равным $6\,378\,169 \pm 8$ м*. Этот вывод получен Дж. Вайсом из Смитсоновской астрофизической обсерватории (Кембридж, штат Массачусетс) совместно с сотрудниками Национального технического университета в Афинах.

* Эта ошибка свидетельствует лишь о внутреннем согласии результатов, но еще не характеризует действительной точности определения размеров Земли. (Ред.)

ского зондирования, основанный на регистрации очень чувствительными сейсмографами колебаний, вызванных небольшими искусственными взрывами. Советская наука гордится тем, что этот метод, получивший мировое признание, был впервые разработан в нашей стране академиком Г. А. Гамбурцевым. А те исследования, которые выполнены с помощью этого метода советскими геофизиками в Казахстане, Средней Азии, на Кавказе, на Русской платформе, а также на Дальнем Востоке — в зоне, пограничной между материком Азии и

Тихим океаном, — положили начало реальному пониманию глубинного строения земной коры. За тот же краткий период времени значительно развились лабораторные исследования свойств горных пород и минералов в условиях таких давлений и температур, которые характерны для глубоких слоев коры и верхней мантии. Этому направлению исследований, видимо, принадлежит очень большое будущее.

Интерес к проблемам строения земных недр и происходящим в них процессам возрос в связи с Междуна-

родным геофизическим годом, в проведении которого советские геофизики и геологи принимали деятельное участие.

Положено хорошее начало. Но потребуются еще десятилетия усиленного труда нескольких поколений ученых, чтобы можно было получить достаточно ясное представление о процессах, происходящих у нас под ногами на глубинах в десятки и сотни километров. Будем же стремиться к тому, чтобы вклад нашего поколения в раскрытие тайн глубоких земных недр был возможно большим.

Для этого использовались 46 500 наблюдений за движением тринадцати различных спутников. По результатам этих наблюдений с большой точностью были определены также положения 12 станций фотографирования спутников.

Вычисленный радиус является большой полуосью земного эллипсоида, который наилучшим образом характеризует фигуру геоида.

«Science News», 89, 1966, 57.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «МИР»

В издательстве «Мир» готовятся к выпуску в 1967 г. оригинальные монографии, учебная и справочная литература, фундаментальные труды зарубежных ученых по астрономии, геофизике, геологии и геохимии. Среди них:

Г. БОНДИ. Относительность и здравый смысл. Перевод с английского. Лондон. 1964. 8 л. (Популярная литература). Книгу прочтет широкий круг читателей.

Дж. БРАНДТ, П. ХОДЖ. Астрофизика солнечной системы. Перевод с английского. Нью-Йорк. 1964. 35 л. (Астрономия). В книге изложены основные представления о телах солнечной системы. Рассчитана на широкий круг читателей, может служить учебным пособием по физике Солнца и планет.

Р. БРЕЙ, Р. ЛОУХЕД. Солнечные пятна. Лондон. 1964. 15 л. (Астрономия). Книга заинтересует астрономов и физиков (специалистов и студентов.)

У. Л. БРЭГГ, Г. Ф. КЛАРИНГБУЛЛ. Кристаллическая структура минералов. Перевод с английского. Лондон, 1965. 28 л. (Серия «Науки о Земле»). Книга рассчитана на студентов и преподавателей геологических вузов, а также на молодых спе-

циалистов-минералогов, петрографов, геохимиков.

А. ВИНЧЕЛЛ, Г. ВИНЧЕЛЛ. Оптические свойства искусственных минералов. Перевод с английского. Нью-Йорк, 1964. 36 л. (Минералогия). Книга будет полезна петрографам, минералогам, геохимикам.

Дж. ГАРЛЕНД. Форма Земли и сила тяжести. Перевод с английского. Лондон. 1965. 11 л. (Геофизика). Книгу с интересом прочтут геодезисты, гравиметристы, геологи, геофизики, а также студенты младших курсов этих специальностей.

У. КРОМИ. Проект Мохол. Перевод с английского. США. 1964. 12 л. (Геофизика). Книгу известного американского геофизика о проектах сверхглубокого бурения с удовольствием прочтут не только специалисты — геологи, геофизики, океанологи, но и широкие круги читателей.

(Продолжение на стр. 54).

Проблема «мистериума»*

И. С. ШЕЛОВСКИЙ,
член-корреспондент АН СССР

Прежде всего Барретт обнаружил очень сильную линейную поляризацию отдельных узких спектральных деталей у источника W 3. В дальнейшем радиоастрономы обсерватории Хэт Крик нашли линейную поляризацию и у других источников. На рис. 6 приведены результаты поляризационных измерений для источников «мистериума» в NGC 6334. В верхней части рисунка изображен профиль линии 1667 Мгц с характерными узкими «пиками». В нижней части черные столбики дают процент линейной поляризации соответствующих «пиков». Кружочки в средней части этого рисунка указывают направление электрического вектора поляризованного излучения для каждого из «пиков». Хорошо видно, что направление линейной поляризации у разных «пиков» меняется в широких пределах. Это является независимым подтверждением, что излучение от разных «пиков» приходит от различных источников малых угловых размеров. Аналогичная диаграмма для туманности W 3 приведена на рис. 7. В отдельных узких каналах наблюдалась почти стопроцентная поляризация! Ничего похожего до этого времени в радио-

астрономии не наблюдалось.

Еще более удивительным было последовавшее вскоре открытие круговой поляризации излучения «мистериума». В настоящее время наиболее тщательные поляризационные наблюдения выполнены на обсерватории Джордrell-Бэнк (Англия) Дэвисом и его сотрудниками. Они одновременно изучали как линейную, так и круговую поляризацию от туманностей W 3 и W 49. На рис. 8 приведены результаты таких наблюдений W 3 (линия 1665 Мгц). Вверху профиль линии, ниже — разность между интенсивностью лево- и правополяризованного излучения, еще ниже — направление электрического вектора линейно поляризованного излучения. На рис. 9 изображены измеренные Дэвисом профиль линии 1665 Мгц (вверху) и разность между лево- и правополяризованным по кругу излучением для туманности W 49. Для обеих туманностей отчетливо видно, что отдельные «пики» имеют как правую, так и левую круговую поляризацию.

Исследование характера линейной и круговой поляризации позволило сделать важный вывод, что она объясняется эффектом Зеемана. В простейшем случае, как известно, если направление магнитного поля совпа-

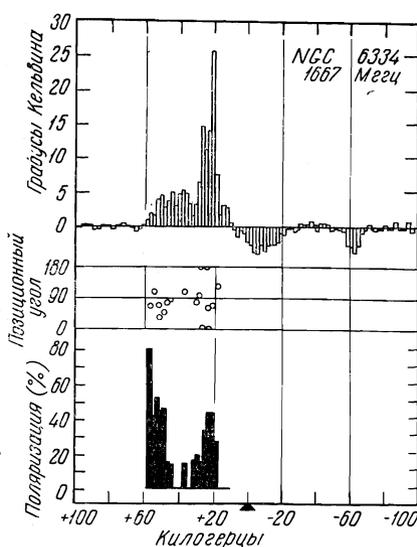


Рис. 6

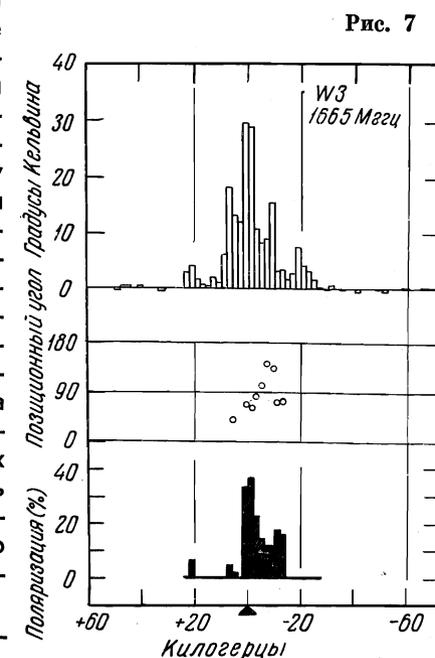


Рис. 7

* Начало см. «Земля и Вселенная», № 6, 1966.

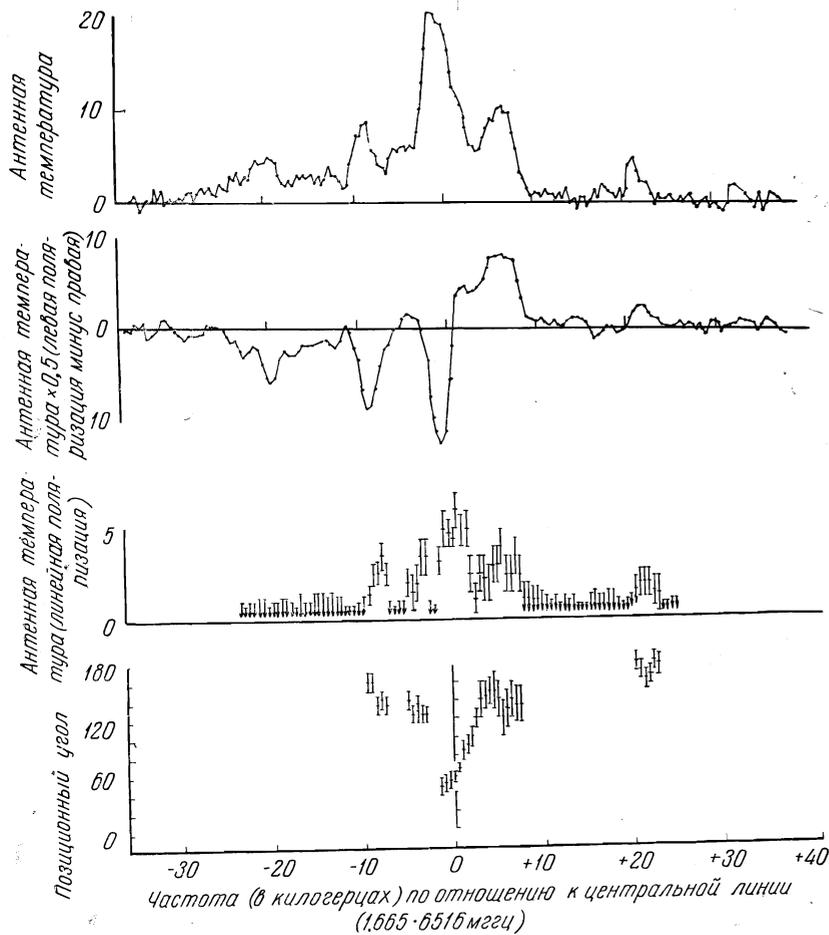


Рис. 8

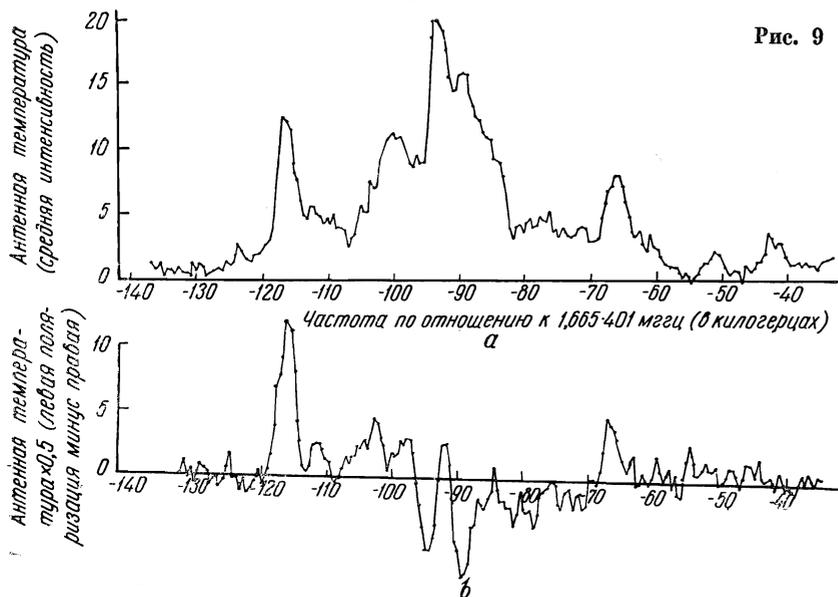


Рис. 9

дает с лучом зрения, линия расщепляется на две компоненты, расстояние между которыми (в шкале частот) пропорционально величине поля. Одна такая компонента имеет левую круговую поляризацию, другая — правую. Если направление поля не совпадает с лучом зрения, компонент будет больше и они станут частично линейно поляризованными. Направления линейной поляризации зеемановских компонент также находятся в определенном отношении друг к другу.

Анализ, выполненный Дэвисом и его сотрудниками, показывает, что для отдельных спектральных деталей («пиков»), соответствующих различным источникам «мистериума» в пределах туманности W 3, магнитное поле меняется от $6 \cdot 10^{-4}$ до $1,2 \cdot 10^{-2}$ э, причем можно определить даже направление поля. Это был новый сюрприз, преподнесенный «мистериумом»: найденное магнитное поле в источнике его излучения оказалось непомерно большим — примерно в тысячу раз больше магнитного поля, которое должно быть в облаках межзвездной среды.

Но исследователей ожидал еще один сюрприз: оказалось, что профиль линии «мистериума» в некоторых туманностях заметно меняется даже за короткое время. (Обстоятельство, казалось бы, совершенно невероятное для межзвездных линий, возникающих в облаках протяженностью, по крайней мере, в несколько световых лет!) На рис. 10 приведены два профиля линий 1665 Мгц для туманности NGC 6334, полученные

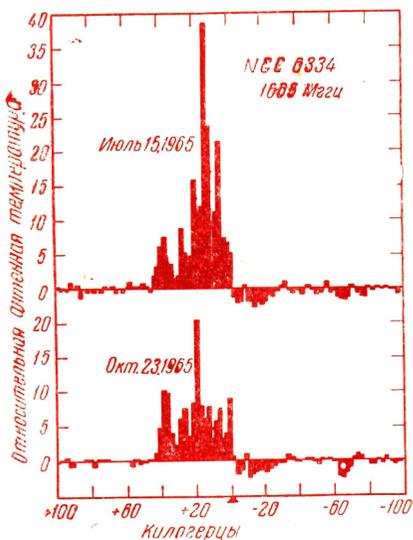


Рис. 10

с интервалом немного больше, чем три месяца. Изменения профиля настолько велики, что сразу же бросаются в глаза. На рис. 11 часть профиля линии 1665 Мгц той же туманности демонстрирует такие вариации ото дня ко дню. Например, излучение, проходящее через 41-й канал, в сентябре было самым интенсивным, а в октябре доминировало излучение, прошедшее через 42-й канал. Во всяком случае, заметное изменение деталей профиля линий может произойти за время порядка суток. Отсюда следует важнейший вывод: линейные размеры источников «мистериума» должны быть по астрономическим понятиям очень малы — не больше световых суток (около $3 \cdot 10^{15}$ см), т. е. всего лишь в 200 раз больше расстояния от Земли до Солнца. Недавно американские радиоастрономы интерферометрической методикой показали, что угловые размеры источников «мистериума» в W 3 и W 49

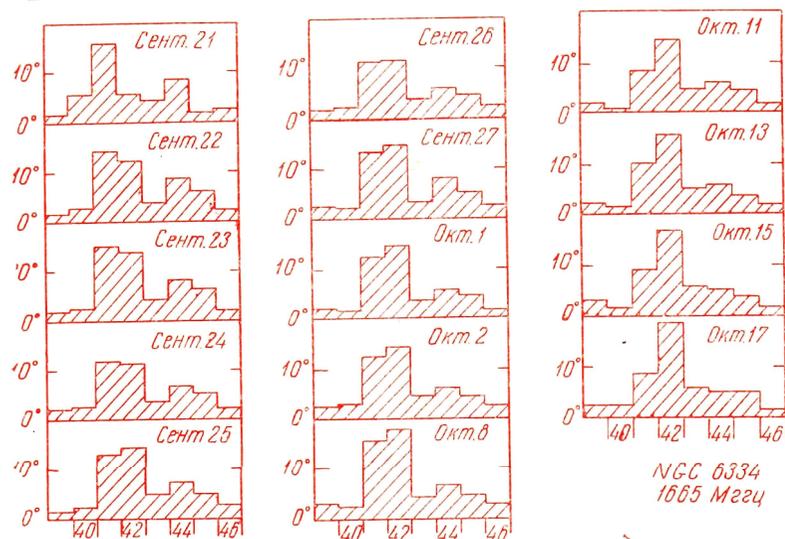
меньше $20''$. Так как W 3 удалена на 1700 пс, линейные размеры источника в этом случае меньше $5 \cdot 10^{17}$ см.

Какова же причина столь удивительного поведения линий гидроксила в странных источниках, находящихся на периферии некоторых газовых туманностей? Вся совокупность наблюдательных данных позволяет сделать фундаментальный вывод: налицо «мазер», работающий в естественных космических условиях! В самом деле, только на основе представлений современной квантовой радиофизики можно понять сочетание огромной яркости в линиях с их очень малой спектральной шириной. Если линейные размеры источников «мистериума» около 10^{16} см, а расстояние до них примерно 1000 пс (обычное расстояние до сравнительно близких туманностей), то их угловые размеры около $1''$. При этом по-

верхностная яркость источников в частотах «мистериума» должна быть исключительно большой — такой же, как у непрозрачного тела, нагретого до температуры в несколько десятков миллионов градусов. Между тем, спектральная ширина отдельных «пииков» указывает на температуру около 3°K . Но именно мазер в радиодиапазоне (так же, как лазер в оптическом) позволяет реализовать такую огромную яркость при узкой спектральной ширине линий.

Итак, сама природа создала мазер в естественных космических условиях. Важнейшая задача теперь — понять, как этот мазер работает и какие астрономические выводы можно сделать из наблюдений «мистериума». Следует со всей определенностью сказать, что общепризнанной теории этого замечательного явления пока еще нет. Существуют лишь некоторые гипотезы, пытаю-

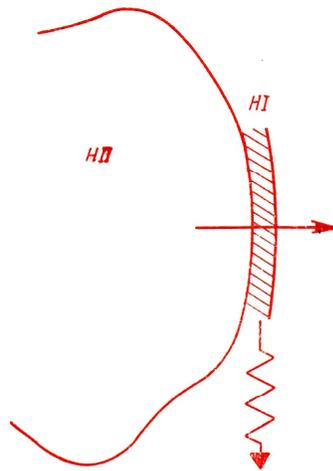
Рис. 11



щиеся объяснить схему работы космического мазера.

Одна из гипотез принадлежит американским теоретикам Солпитеру, Голду и Перкинсу. Основной вопрос теории космического мазера — проблема «накачки». Известно, что мазер может работать только тогда, когда среда приведена в некоторое «активное» состояние. При таком состоянии количество молекул на верхнем уровне (исходном при излучении интересующей нас линии) должно быть больше, чем на нижнем. Если это так, то вследствие индуцированного излучения радиосигнал на частоте спектральной линии будет экспоненциально усиливаться по мере прохождения через среду, между тем как в обычных условиях (когда большинство молекул находится на нижнем энергетическом уровне) имело бы место поглощение.

В обычных лабораторных мазерах и лазерах «активация» среды происходит путем ее облучения («накачки») некоторой специально подобранной более высокой частотой. Согласно гипотезе американских авторов таким природным «генератором накачки» являются весьма горячие звезды спектрального класса O, находящиеся внутри газовой туманности и ионизирующие ее. Дело в том, что молекулы OH сильно поглощают ультрафиолетовое излучение с длиной волны 3080 Å. При таком поглощении молекула OH переходит на возбужденный электронный уровень, после чего в результате нескольких каскадных переходов может вернуться в исходное состояние. Согласно Солпитеру и его колле-



-  Область мазерного действия
-  Направление ультрафиолетового излучения
-  Направление распространения усиленной мазером микроволновой радиации

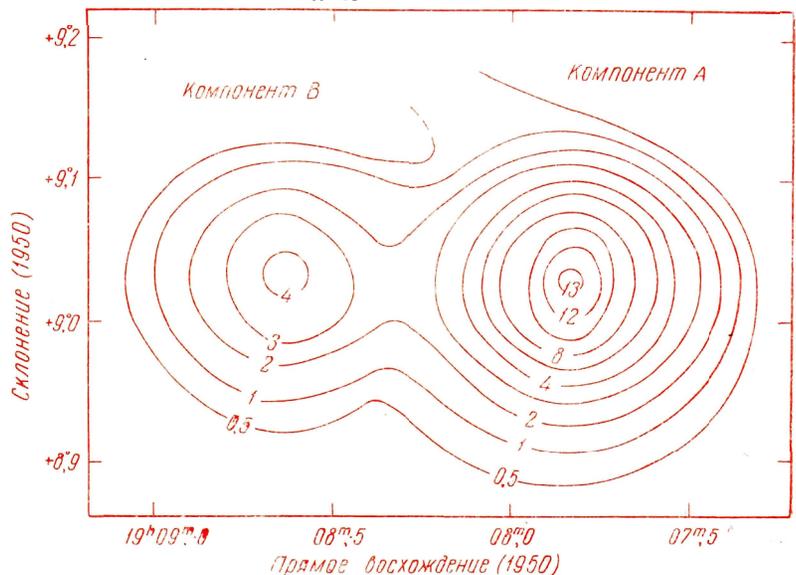
Рис. 12

гам молекулы OH находятся на границе области HII, где водород в туманности ионизован, в то время как внутри ионизованной туманности этих молекул нет. При облучении молекул OH ультрафиолетовым светом горячих звезд создается «инверсия», т. е. количество молекул на верхнем подуровне Λ -удвоения будет больше, чем на нижнем. В такой «активированной» среде возможно усиление радиолиний OH при распространении излучения в направлении, почти перпендикулярном направлению «активирующего» ультрафиолетового излучения (рис. 12).

Эта гипотеза встречается с большими трудностями. Например, она игнорирует наличие очень сильного магнитного поля в источниках, не объясняет особенностей поляризации и, наконец, противоречит закону сохранения энергии. На последнем обстоятельстве мы сейчас остановимся более подробно.

Рассмотрим туманность W 49, в которой впервые

Рис. 13



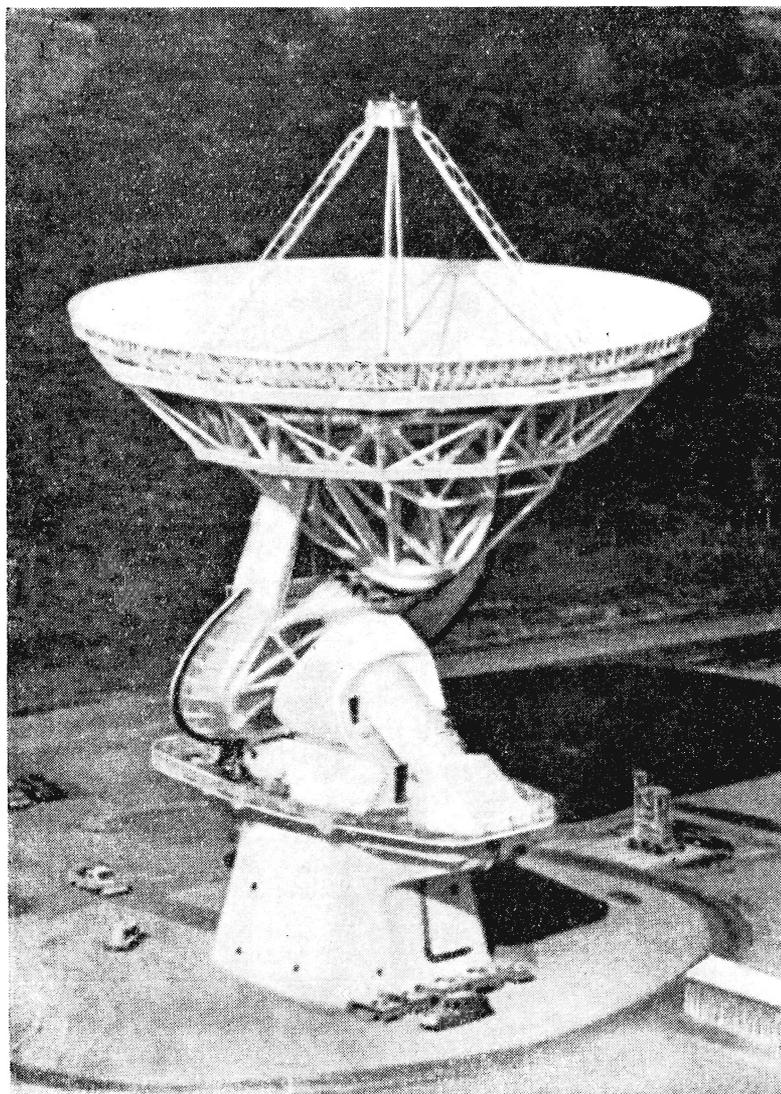


Рис. 14

был открыт «мистериум». Это во многих отношениях примечательный объект. В оптических лучах он не видим, так как находится в районе известной «развилки» Млечного Пути, где очень велико поглощение света (которое как раз и является причиной наблюдаемого здесь «раздвоения» Млечного Пути). Однако мы располагаем достаточно де-

тальными радионаблюдениями, которые позволили бы понять физические условия в этой туманности. На рис. 13 приведено «радиоизображение» источника W 49, полученное на новом прецизионном радиотелескопе Национальной радиоастрономической обсерватории США. Диаметр зеркала инструмента около 43 м (рис. 14). Радиоизображение получено

на волне 6 см с диаграммой направленности около $6'$. Компонент В источника — остаток некогда вспыхнувшей Сверхновой, а компонент А — газовая, ионизованная туманность, в которой находятся источники «мистериума». На рис. 15 изображен профиль радиолинии возбужденного водорода в источнике W 49. Вертикальные стрелки вверх указывают положение лучевых скоростей основных «пиков» «мистериума». На основании теории галактического вращения из смещения центра тяжести линии возбужденного водорода, соответствующего лучевой скорости 7,4 км/сек, следует, что этот источник находится от нас на расстоянии около 40 000 световых лет, т. е. в масштабах Галактики очень далеко. Независимым подтверждением найденного расстояния является анализ линии поглощения 21 см в радиоспектре W 49. Зная мощность теплового радиоизлучения, можно найти мощность оптического излучения этой туманности, которая, как оказывается, в несколько миллионов раз превосходит мощность оптического излучения Солнца. Если бы эта ярчайшая туманность находилась от нас на таком же расстоянии, как знаменитая туманность Ориона (около 1300 световых лет), она была бы великолепно видна невооруженным глазом в виде округлого диска, угловые размеры которого примерно в три раза превосходили бы угловые размеры Солнца, а поверхностная яркость — в несколько сот раз превышала яркость Млечного Пути.

Теория позволяет оценить

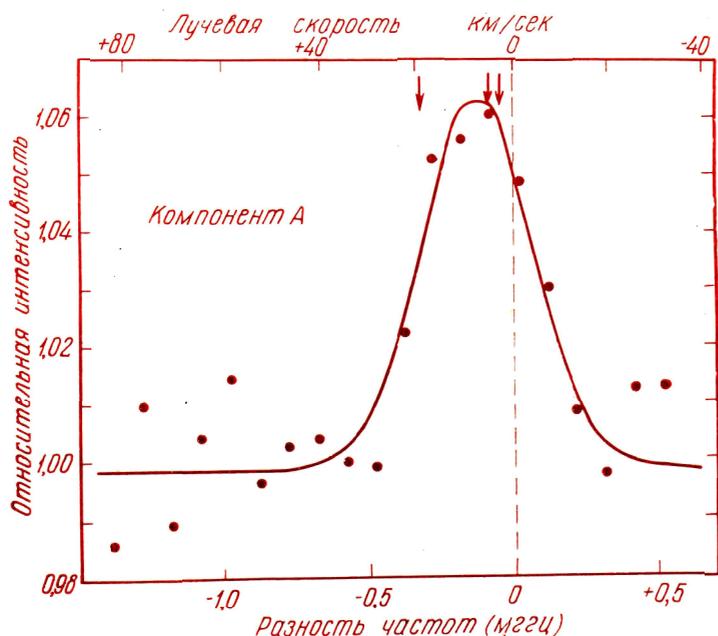


Рис. 15

полную массу ионизованного газа в W 49, которая порядка нескольких тысяч солнечных масс. Размеры туманности около 40 световых лет. Наконец, для поддержания ионизации там должно быть 20—30 горячих звезд спектрального класса O.

Какова же мощность излучения в линиях «мистериума» источника W 49? Если считать это излучение остро направленным, как в обычном лабораторном мазере, то, конечно, невероятно предположить, что все эти «радиопржекторы» смотрят точно на Землю. В этом случае нужно считать, что источников «мистериума» очень много и только очень малая часть их чисто случайно посылает свои лучи на нас. Тогда, зная поток в линии «мистериума», ее спектральный профиль и расстояние до источника,

можно оценить, что полная мощность, излучаемая всеми источниками «мистериума», находящимися в W 49, порядка 10^{30} эрг/сек. Тот же результат мы получим, если примем, что источники «мистериума» излучают изотропно.

В самом идеальном случае каждый квант излучения «накачки» трансформируется в квант радиолинии OH. Но так как энергия ультрафиолетовых квантов с длиной волны 3080 \AA в 600 000 раз больше, чем радиоквантов, то мощность излучения «накачки» должна быть около 10^{36} эрг/сек, что в несколько сот раз больше излучения Солнца на всех волнах. Между тем молекулы OH могут эффективно поглощать только очень узкую спектральную полоску излучения горячей звезды, спектр которого непрерыв-

вен. Ширина этой полоски примерно $0,1 \text{ \AA}$. Можно показать, что даже самые горячие звезды в этой узкой спектральной полосе излучают всего лишь около 10^{32} эрг/сек. Следовательно, даже при самых благоприятных условиях для обеспечения наблюдаемой мощности излучения «мистериума» требуется по крайней мере 10^4 очень горячих звезд (в туманности W 49 их не больше 30!). Кстати, заметим, что во всей нашей Галактике число звезд класса O не превосходит 10 000.

Таким образом, предложенная американскими исследователями схема работы естественного космического мазера вряд ли соответствует действительности.

Недавно молодой ленинградский физик Д. А. Варшавский предложил изящный механизм оптической накачки «мистериума». Он обратил внимание на то, что длина волны запрещенной линии ионизованного азота 3063 \AA довольно близка к одной из линий резонансной системы OH. Интенсивность этой линии в спектре туманности достаточно велика, чтобы обеспечить накачку. Однако более детальный анализ показывает, что инверсию населенности уровней Λ -удвоения при этом получить нельзя.

Автор этой статьи недавно выдвинул другую гипотезу, объясняющую природу источников «мистериума».

Отправным пунктом этой гипотезы является анализ обнаруженного в источниках «мистериума» аномально сильного и, по-видимому, довольно однородного магнитного поля. Такое поле не может быть в «нормальных» облаках межзвездной сре-

ды. Но в достаточно плотных конденсациях последней поле может быть значительно усилено. Если некоторое облако межзвездной среды подвергается всестороннему сжатию и уплотняется, то, как можно показать, $H \sim \rho^{2/3}$, где H — напряженность магнитного поля, ρ — плотность облака. Так как напряженность магнитного поля в конденсациях примерно в 1000 раз больше среднего, то средняя плотность облака должна быть в 30 000 раз больше средней, т. е. около 10^{-18} г/см³. Это означает, что в каждом кубическом сантиметре содержится несколько сот тысяч атомов, преимущественно водорода (в «нормальном» облаке межзвездной среды их количество в одном кубическом сантиметре не превышает 10—20). Полагая размер такой конденсации 10^{17} см (что в 10 раз больше, чем это следует из наблюдений переменности профиля линий «мистериума»), найдем, что ее масса примерно равна одной солнечной. Этот результат довольно многозначителен: такие небольшие конденсации скорее всего являются звездами, находящимися в стадии образования из межзвездной среды. Температура в центральной части конденсации может быть 100—200° К.

При таких условиях можно ожидать довольно мощное излучение в отдельных линиях вращательно-колебательного спектра различных молекул, расположенных в инфракрасной части спектра. Предполагается, что накачка молекул ОН в конденсации происходит путем поглощения инфракрасных квантов.

В диапазоне 18 см излучение будет усиливаться активированным веществом конденсации, причем плотность индуцированного излучения будет максимальна в сферической оболочке, толщина которой 0,1 радиуса. Именно по этой причине радиус конденсации должен быть, примерно, в 10 раз больше размеров источника, получаемых из анализа его переменности. По-видимому, это излучение должно быть анизотропно, причем максимум интенсивности совпадает с направлением магнитного поля. Это следует из анализа круговой поляризации источников «мистериума».

Предварительные расчеты показывают, что ожидаемая мощность инфракрасного излучения у такой конденсации может быть достаточной для активации находящихся там молекул ОН.

«Периферическое» расположение источников «мистериума» по отношению к соответствующим ионизованным газовым туманностям непринужденно объясняется в рамках нашей гипотезы. Дело в том, что конденсации межзвездного газа должны возникать на границе области ионизации межзвездной среды, так как расширяющийся горячий ионизованный газ будет «обжимать» неоднородности в окружающем холодном, неионизованном газе, что является первопричиной образования конденсаций.

Если развитые выше представления о природе источников «мистериума» правильны, открывается совершенно неожиданная возможность исследовать пока еще далекий от ясности процесс формирования звезд

методами радиоастрономии. Образно выражаясь, «ново-рожденная» звезда «оповещает» о своем рождении всю Галактику, пользуясь новейшей техникой квантовой радиофизики... При современном уровне радиоастрономии излучение «мистериума» может быть принято, даже если его источник («протозвезда») находится на противоположном краю Галактики. Можно надеяться, что важнейшая проблема звездной космогонии будет существенно продвинута с помощью нового, весьма эффективного метода.

Однако не следует забывать, что выдвинутая нами гипотеза еще ждет своего подтверждения новыми специальными наблюдениями. В частности, если эта гипотеза справедлива, можно ожидать в радиоспектре источников «мистериума» других ярких радиолиний ОН, возникающих при переходах между компонентами Λ -удвоения высших вращательных уровней этой молекулы. Длины волн этих линий, находящихся в сантиметровом диапазоне, были нами недавно вычислены. Наконец, интересно было бы попытаться обнаружить инфракрасное излучение от источников «мистериума» в диапазоне 3—4 мк. Однако это трудная задача, так как ожидаемая величина потоков этого излучения очень мала, а яркость фона неба весьма велика.

Мы заканчиваем эту статью оптимистическим утверждением, что в ближайшие годы проблема источников «мистериума» будет решена.

Гелий-3 во Вселенной

Р. А. СЮНЯЕВ

Редкий на Земле изотоп гелия — гелий-3 обнаружен в значительно больших количествах в космических лучах, метеоритах и на некоторых звездах. Наблюдение этого изотопа в небесных телах позволит ученым подойти к решению многих интереснейших загадок космогонии.

Гелий — самый распространенный после водорода элемент в природе, встречается в виде нескольких изотопов: гелий-3, гелий-4, гелий-5, гелий-6. Недавно был открыт изотоп гелий-8. Когда говорят о гелии в звездах и межзвездной среде, подразумевают изотоп гелий-4, ядро которого состоит из двух протонов и двух нейтронов (рис. 1). Изотопы гелий-5, гелий-6 и гелий-8 нестабильны — они быстро распадаются. Нас будет интересовать самый легкий изотоп гелия — гелий-3. Он стабилен, его ядро состоит из двух протонов и одного нейтрона (рис. 1). Энергия связи нуклонов в ядре гелия-3 (около 7 Мэв) меньше, чем в ядре гелия-4 (примерно 28 Мэв). Этим и объясняется незначительное содержание гелия-3 в природе (энергетически выгодно превращение гелия-3 в гелий-4).

На Земле гелия-3 очень мало. Впрочем, это и не удивительно. На Земле мало во-

дорода и «обычного», очень распространенного в звездах и межзвездной среде, гелия-4, как известно сначала обнаруженного на Солнце, а потом уже на нашей планете. Отношение He^3/He^4 в атмосфере Земли равно 10^{-6} . В Космосе это отношение может быть иным.

Несколько примеров подтверждают справедливость такого мнения. В 1961 г. было открыто аномально большое отношение He^3/He^4 в звезде 3 Центавр А. В этой звезде гелия-3 в пять раз больше, чем гелия-4! В звезде 21 Орла количества обоих изотопов гелия, видимо, одинаковы.

На широкую распространенность гелия-3 указывают не только наблюдения этих звезд. Сложные эксперименты по определению изотопического состава гелия в космических лучах привели к совершенно неожиданным результатам. По-видимому, в космических лучах отношение He^3/He^4 близко к 0,2.

В фотосфере спокойного Солнца He^3/He^4 меньше 0,02.

Во время вспышек содержание гелия-3 возрастает. Так, в 1960 г. при полете американского искусственного спутника Земли «Дискаверер-17» было обнаружено, что в продуктах выброса солнечной вспышки отношение He^3/He^4 больше 0,2.

Возможность широкой распространенности гелия-3 подтверждается также химическим составом метеоритов и продуктов распада радиоактивных элементов.

ИСТОЧНИКИ ГЕЛИЯ-3 В МЕЖЗВЕЗДНОЙ И МЕЖГАЛАКТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Согласно современным представлениям на ранней стадии расширения Вселенной, характеризующейся громадной плотностью вещества и высокой температурой, бурно протекали ядерные реакции образования дейтерия и изотопов гелия (рис. 2). Эти реакции не могли не оставить следа в химическом составе Вселенной. 70% водорода, около 30% гелия-4, дейтерий и гелий-3 — таким должен быть состав первичного вещества, не прошедшего переработку в звездах. Современное содержание ге-

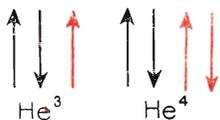


Рис. 1. Схематическое изображение ядер изотопов гелия — гелия-3 и гелия-4. Цветными стрелками обозначены протоны, черными — нейтроны. Направление стрелок показывает относительную ориентацию магнитных моментов частиц, составляющих ядро

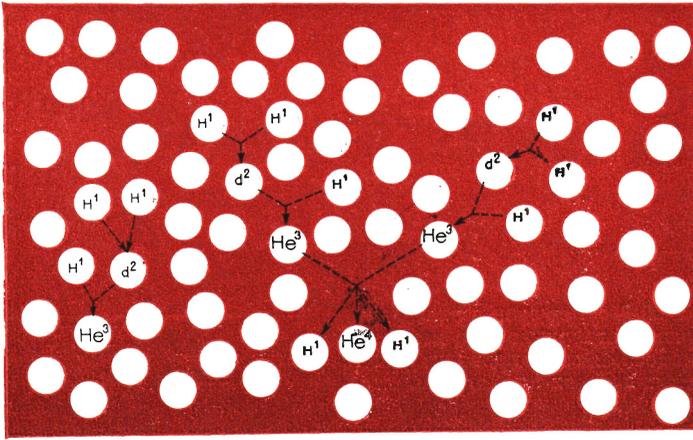


Рис. 2. Синтез элементов в горячей модели Вселенной

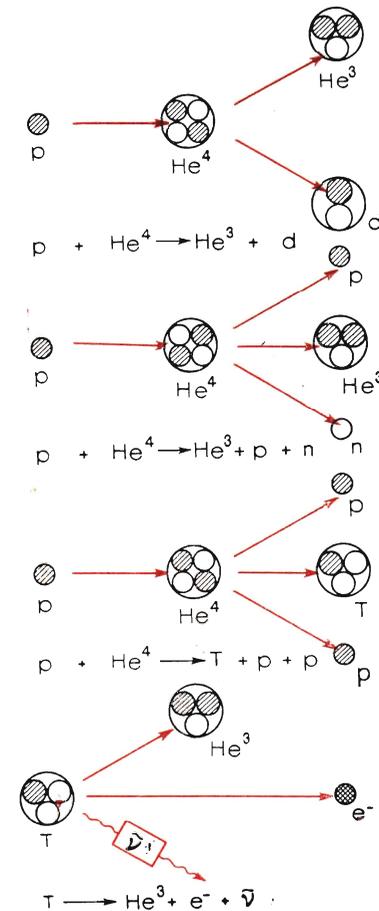
лия-3, возможно, весьма значительное (до десятых долей процента), сильно зависит от физических условий, при которых протекали ядерные реакции.

Бомбардировка гелия-4 протонами космических лучей (рис. 3) также обогащает межзвездную среду гелием-3. Подсчитано, что за время существования нашей Галактики в результате расщепления космическими лучами в гелий-3 должна превратиться 1/25000 гелия-4. Уже одно это позволит превзойти величину земного отношения He^3/He^4 в 40 раз!

Вклад звезд, подобных 3 Центавр А, в обогащение среды гелием-3 невозможно оценить, так как пока неизвестно, велика ли эмиссия этого изотопа с их поверхности и много ли таких звезд.

До сих пор еще неясен механизм образования столь большого количества гелия-3 в звезде 3 Центавр А. Видимо, отношение $He^3/He^4=5$ сохраняется лишь в очень узком слое на поверхности звезды. По мнению автора,

сначала отношение He^3/He^4 в этой звезде было таким же, как и в других звездах. За-



тем, в результате какой-то вспышки, поверхность звезды подверглась облучению быстрыми протонами, которые разбили весь гелий-4 на ее поверхности на протоны и нейтроны. Плотность вещества на поверхности звезды мала, поэтому часть нейтронов (время жизни нейтрона около 1000 секунд) успела распасться (рис. 4), а остальные оказались связанными тепловыми протонами в дейтерий (рис. 5). В процессах на поверхности звезды (типа солнечных вспышек) могли быть достигнуты температуры порядка миллионов градусов. При таких температурах идут реакции синтеза гелия-3 (рис. 6). Сгорания же его не происходило, так как оно требует большей температуры.

Эта гипотеза подтверждается малым общим содержа-

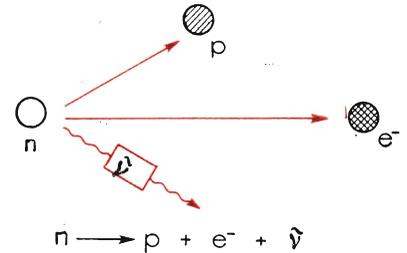


Рис. 4. Распад нейтрона (n) на протон (p), электрон (e^-) и антинейтрино ($\bar{\nu}$)

Рис. 3. Бомбардировка гелия-4 протонами космических лучей. Энергичные протоны (p) разбивают ядро гелия-4 (темные кружки — протоны, светлые — нейтроны). При этом образуются ядра гелия-3, дейтерия (d) и трития (T). Время жизни трития всего 12 лет и он распадается, превращаясь в ядро гелия-3 с испусканием электрона (e^-) и антинейтрино ($\bar{\nu}$)

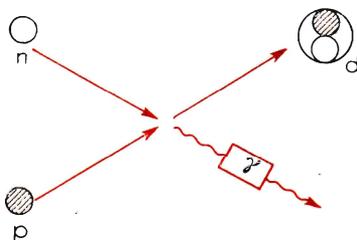
Сравнение состава обычных звезд,
звезды 3 Центавр А и космических лучей

Космические объекты			
химические элементы	обычные звезды	звезда 3 Центавр А	космические лучи
H	1 000 000	1 500 000	1 000 000
He ³	<8 000	35 000	14 500
He ⁴	160 000	3 500	58 000
C	350	450	2 000
N	110	950	1 000
O	500	120	1 450
Ne	470	600	330
Mg	75	300	360
Al	1,6	<1,5	70
Si	17	48	125
P	0,3	37	14
S	22	<4	—
Ca	1,6	1	73
Fe	4	24	150
Ni	1	0,4	20

В каждом столбце цифры указывают относительное содержание атомов. Количества нуклонов (из которых состоит ядра атомов) во всех столбцах одинаковы.

нием гелия в звезде 3 Центавр А (см. таблицу); что легко объясняется распадом нейтронов. Химический состав этой звезды необычен, что опять же указывает на большую активность на ее поверхности, а также на присутствие свободных нейтронов. (Уже отмечалось, что наблюдения Солнца в период вспышки показали значительные величины отноше-

Рис. 5. Реакция образования дейтерия. Энергия, выделявшаяся при этом процессе, уносится γ -квантом



ния He³/He⁴ в продуктах выброса.)

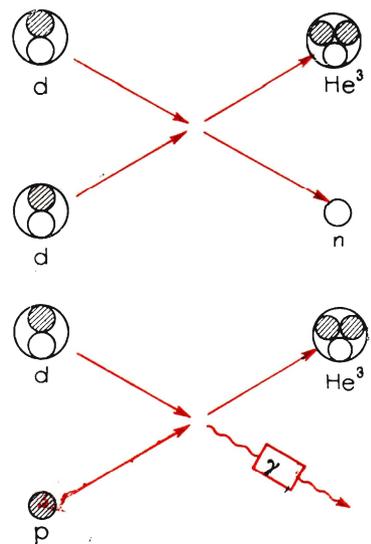
Интересно также, что звезды 3 Центавр А и В не составляют физически связанной системы, как считалось раньше. Возможно, это следствие вспышки сверхновой (ею могла быть любая из звезд) и последующего эффекта пращи (в результате большого сброса вещества массивной звездой ее двойник уже не удерживается силами притяжения и уходит от нее). Заметим, что энергии, выделяемой при вспышке сверхновой, с избытком хватило бы на расщепление гелия-4 в поверхностных слоях звезды (чтобы расщепить 1 г гелия-4 до протонов и нейтронов, нужно затратить $6 \cdot 10^{18}$ эрг энергии).

Эмиссия и выбросы с поверхности обычных звезд также, по-видимому, обогащают среду гелием-3. Расчеты

ядерных реакций на Солнце дают для центральной его области равновесное отношение He³/He⁴ около $2 \cdot 10^{-4}$; на поверхности оно может быть больше. Из наблюдений известно лишь, что на поверхности Солнца это отношение меньше 0,02, но в продуктах выброса может достигать 0,2. Поскольку 90% межзвездного газа прошло переработку в звездах, то эмиссия и выбросы с поверхности обычных звезд, возможно, и определяют содержание гелия-3 в межзвездной среде.

Наконец, межзвездная среда может обогащаться гелием-3 во время вспышек сверхновых, когда за короткий промежуток времени освобождаются громадные количества энергии (до 10^{52} эрг). Неизвестные нам механизмы ускорения дают много релятивистских частиц. Отголосок процессов, идущих в сверхновых, — космические лучи, химический состав которых необычен, не

Рис. 6. Реакция синтеза гелия-3



похож на состав межзвездной среды или звезд. Однако характер аномалий, как видно из таблицы, указывает на некоторое сходство с ситуацией в звезде 3 Центавр А (необычное для межзвездной среды соотношение между углеродом, азотом и кислородом, пик в области железа и аномальный изотопический состав гелия). В космических лучах отношение He^3/He^4 велико. Может быть, это и есть свидетельство большого содержания гелия-3 в источниках космических лучей — в сверхновых?

Если предположить, что химический состав космических лучей аналогичен составу выбросов из сверхновых, то можно подсчитать отношение He^3/He^4 , получаемое от источников космических лучей, для межзвездной среды. Оно оказалось равным $2 \cdot 10^{-3}$. Это на три-четыре порядка больше, чем на Земле! А в туманностях, образованных расширяющимися оболочками сверхновых звезд, гелия-3 может быть еще больше — до 0,2 содержания гелия-4.

МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ ГЕЛИЯ-3

Отношение He^3/He^4 на Солнце и звездах 3 Центавр А и 21 Орла удалось определить из соотношения интенсивностей оптических линий, принадлежащих гелию-3 и гелию-4. Известно, что энергия уровня в атоме зависит в основном от взаимодействия электрических зарядов электрона и ядра, а не от массы ядра. Поэтому и энергия кванта, излучаемого при переходе электрона с одного уровня на другой, мало зависит от массы ядра. Электрические заряды ядер ге-

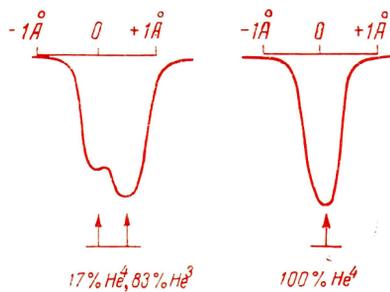


Рис. 7. Профиль линии нейтрального гелия (6678 Å) в зависимости от химического состава поверхности звезды. Слева — профиль линии 6678 Å в спектре звезды 3 Центавр А, справа — в обычной звезде

лия-3 и гелия-4 равны, а массы их разные: в ядре гелия-3 — три нуклона, а гелия-4 — четыре. Изотопический сдвиг (смещение линий в спектрах изотопов) оказывается очень малым: меньше тысячной доли длины волны линии. Заметить такой сдвиг очень трудно. Поэтому-то даже для Солнца известна лишь верхняя граница отношения He^3/He^4 (меньше 0,02). Только в тех случаях, когда интенсивности линий двух изотопов гелия сравнимы (например, у звезды 3 Центавр А, рис. 7), этот метод оказывается хорошим оружием в руках исследователей. Для наблюдения гелия-3 в межзвездной среде, туманностях, скоплениях галактик этот метод совершенно непригоден. Даже если бы гелия-3 было в межзвездной среде только в 10 раз

меньше, чем гелия-4, то и тогда оптические методы наблюдения не позволили бы различить эти изотопы. На помощь приходят радиометоды. Известно, что кроме переходов между атомными уровнями, сопровождающихся испусканием квантов в оптическом диапазоне частот, существуют переходы, ответственные за излучение в радиодиапазоне. Характерный пример — радиолиния 21 см, которая возникает при переходе между подуровнями сверхтонкой структуры основного уровня нейтрального атома водорода. Сверхтонкое расщепление основного уровня — следствие взаимодействия магнитных моментов ядра и электрона. Энергия этого взаимодействия мала, значит, мала и энергия кванта, излучаемого при переходе между подуровнями сверхтонкой структуры. А длина волны поэтому велика: излучение происходит в радиодиапазоне. Вероятность излучения такого кванта ничтожна: время жизни электрона на верхнем подуровне основного уровня атома водорода относительно спонтанного излучения превышает 11 млн. лет. Столь малая вероятность излучения вполне компенсируется колоссальным количеством атомов водорода в наблюдаемых объектах.

Ион гелия-3 (однократно понижанный атом гелия-3) — полное подобие атома

Рис. 11. Туманность Ориона — самая яркая диффузная туманность на северном небе. Многие наблюдательные факты указывают на то, что в туманности весьма высока звездная активность. Это свидетельствует о широкой распространенности в ней гелия-3. Физические условия в туманности: высокая температура и большая плотность межзвездного газа должны способствовать излучению линии 3,5 см



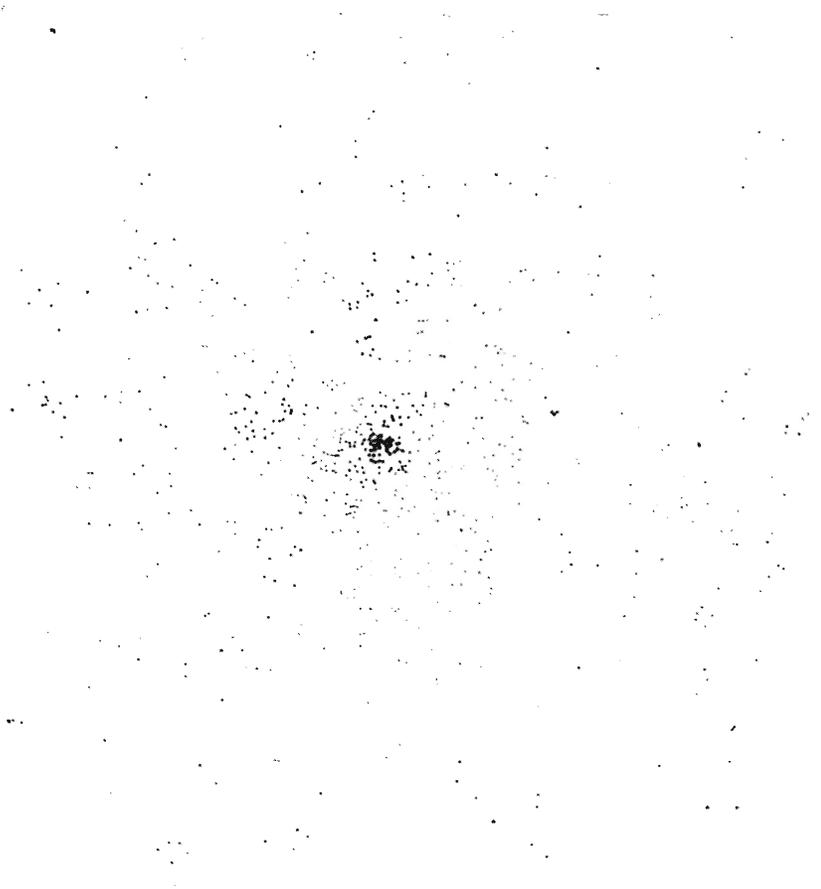


Рис. 12. Скопление галактик в Волосах Вероники (каждое пятнышко — галактика!). Химический состав газа, находящегося в пространстве между галактиками, сильно зависит от физических условий на ранней стадии расширения Вселенной. Поэтому очень важно наблюдать радиолинию гелия-3 в излучении газа скоплений галактик. В настоящее время плотность межгалактического газа в скоплениях галактик очень мала — порядка 10^{-3} частиц в $см^3$, но громадны размеры скопления, а значит и велико число излучающих ионов

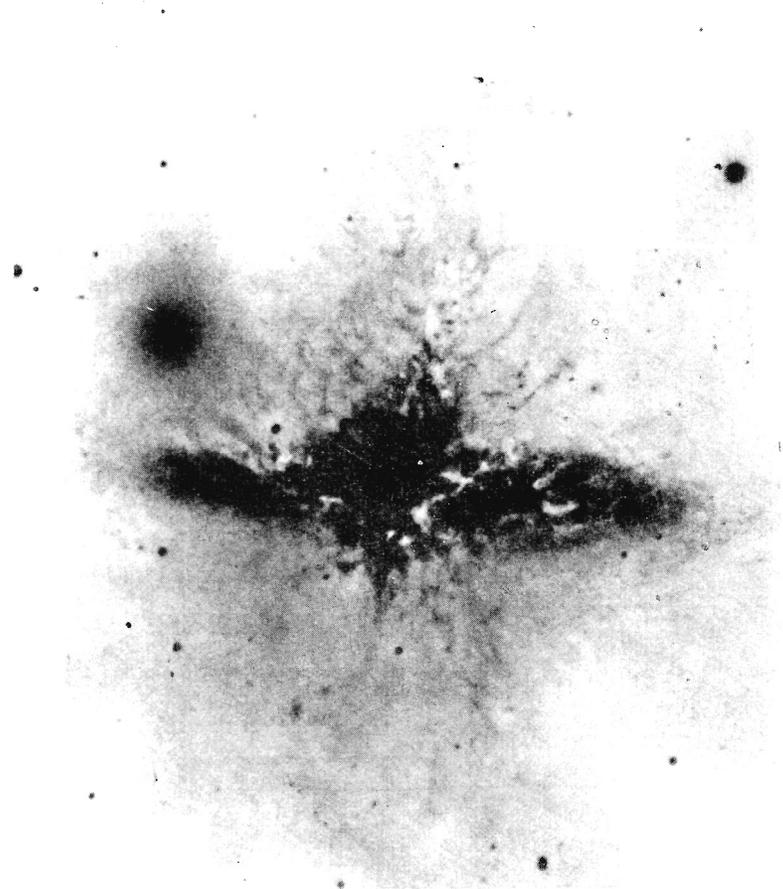


Рис. 15. Галактика М 82. Продуктами взрыва колоссальной силы, произошедшим несколько миллионов лет назад в ядре галактики М 82, явилось громадное облако ионизованного газа с массой около $5 \cdot 10^6$ масс Солнца, расширяющееся от центра взрыва со скоростью примерно 1000 км/сек , и релятивистские частицы. Разбивая ядра гелия-4, релятивистские частицы обогащают среду гелием-3

ПОПРАВКА

В подписи к рис. 8 на стр. 43 вторую и третью строки читать: Вертикальные стрелки показывают магнитные моменты ядра и электрона, горизонтальные — величину взаимодействия между ядром и электроном.

водорода; отличие только в величине электрического заряда ядра. Поэтому у иона гелия-3 также есть радиолиния, аналогичная линии водорода 21 см.

Из-за того, что заряд ядра гелия-3 вдвое больше заряда ядра водородного атома, электрон в ионе гелия-3 находится ближе к ядру, и энергия взаимодействия ядерного и электронного магнитных моментов будет больше (она растет как куб заряда ядра). Различны и магнитные моменты ядер водорода и гелия-3. Ядро водорода — это протон, поэтому и магнитный момент у него такой же, как и у протона. Магнитный момент ядра гелия-3 равен магнитному моменту нейтрона (рис. 1), который в 1,46 раза меньше, чем у протона. В силу всех этих причин энергия перехода между подуровнями сверхтонкой структуры у иона гелия-3 в 6 раз больше, чем в случае водородного атома, и соответствует длине волны 3,5 см (рис. 8). Вероятность излучения кванта с длиной волны 3,5 см оказывается в 675 раз большей, чем для линии водорода 21 см (время жизни электрона на верхнем подуровне соответственно 20 000 лет и 11 млн. лет). Благодаря этому на радиолинии 3,5 см возможно наблюдение областей с малым относительным содержанием гелия-3.

В нейтральном атоме гелия-3 два электрона. В основном состоянии, согласно принципу Паули, их собственные магнитные моменты антипараллельны, а суммарный магнитный момент равен нулю. Поэтому сверхтонкого расщепления основного уровня в атоме гелия-3 нет.

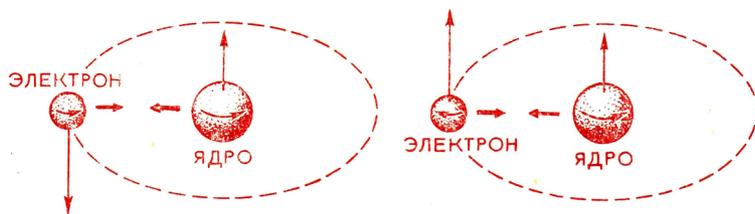


Рис. 8. Сверхтонкое расщепление основного уровня иона гелия-3. Черные стрелки показывают магнитные моменты ядра и электрона, цветные — величину взаимодействия между ядром и электроном. При переходе иона из состояния 1 (слева) в состояние 2 (справа) излучается квант с длиной волны 3,5 см

В атоме и ионе гелия-4 также нет сверхтонкого расщепления уровней: магнитный момент ядра равен нулю (рис. 1). Таким образом, с помощью радиометодов можно наблюдать лишь ион гелия-3.

Основная масса гелия-3 может быть ионизована либо интенсивным потоком энергичных квантов, идущих от звезды (такие условия в большинстве туманностей), либо в условиях высокой температуры электронного газа, больше 30 000° К (это возможно, по-видимому, в остатках сверхновых, в газе скоплений галактик и меж-

галактической среды). На рис. 9 показано, как происходит ионизация гелия-3 в межзвездной и межгалактической средах. Населенность верхнего подуровня поддерживается на постоянном уровне частыми столкновениями иона с электронами, окружающими атомами и ядрами (рис. 10).

ГЕЛИЙ-3 — КЛЮЧ КО МНОГИМ ЗАГАДКАМ МИРОЗДАНИЯ

Итак, именно в межзвездной среде, туманностях и скоплениях галактик, где совершенно непригодны опти-

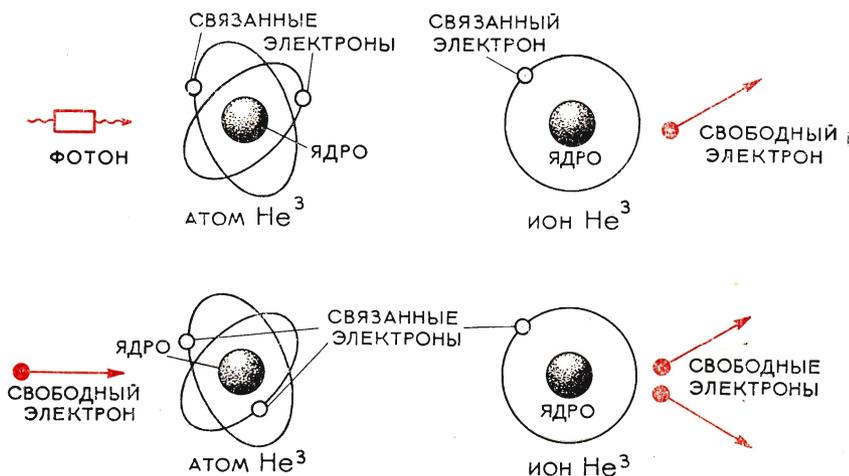


Рис. 9. Ионизация атома гелия-3. Вверху — фотоионизация: фотон выбивает электрон с орбиты, внизу — ионизация электронным ударом

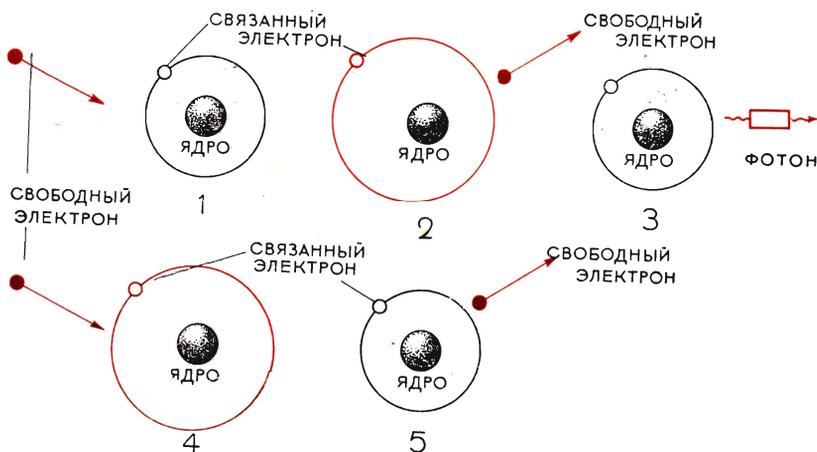
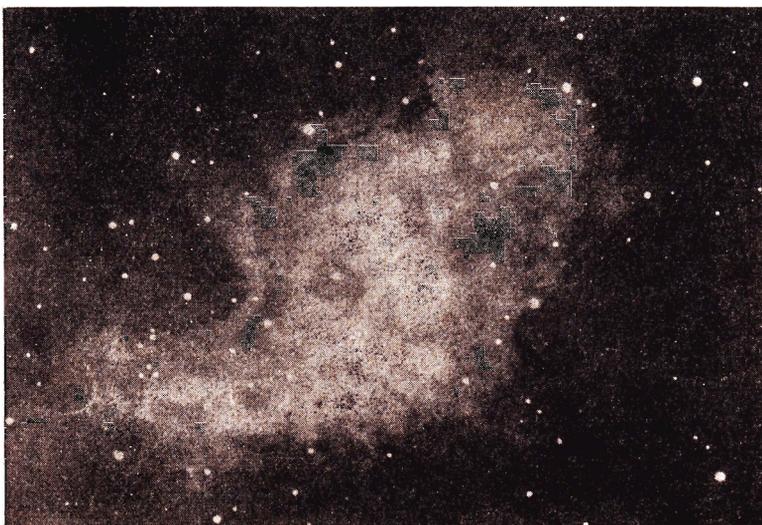


Рис. 10. При столкновении с электроном (1) ион гелия-3 возбуждается (2). В возбужденном состоянии он может испустить квант с длиной волны 3,5 см (3) или возбуждение может быть снято столкновением с другим электроном (4, 5). Так как процессы (1, 2) и (4, 5) происходят гораздо чаще, чем (3), населенность верхнего подуровня зависит только от них

ческие методы наблюдения гелия-3, интенсивно излучается радиолиния иона гелия-3. Исследование линии 3,5 см позволило бы раскрыть много тайн строения нашей Галактики, способст-

вовало бы изучению туманностей (рис. 11 на вклейке к стр. 42) и облаков ионизованного газа: их состава, температур, плотностей (линия 21 см — линия нейтрального водорода — характеризует

Рис. 13. Крабовидная туманность возникла в результате вспышки Сверхновой 1054 г. Наблюдение линии 3,5 см позволит определить содержание гелия-3 в этой туманности и подтвердить гипотезу соответствия химических составов космических лучей и их источников — сверхновых



лишь области с низкой электронной температурой).

В отличие от водорода и гелия-4 содержание гелия-3 в первичном веществе очень сильно зависит от физических условий, существовавших на ранней стадии расширения Вселенной. Поэтому измерение отношения He^3/He^4 в газе скоплений галактик (рис. 12 на вклейке к стр. 43) позволило бы судить о соотношении между плотностью и температурой на ранней стадии, решило бы вопрос об изотропности расширения Вселенной. Сопоставление данных о содержании гелия-3 в газе скоплений галактик с температурой реликтового излучения* помогло бы определить современную среднюю плотность вещества во Вселенной, которая до сих пор не поддается точному измерению.

Наблюдение радиолинии 3,5 см в остатках сверхновых звезд, например в Крабовидной туманности (рис. 13), может решить судьбу гипотезы о соответствии химических составов космических лучей и их источников.

В галактиках, в которых редки вспышки сверхновых звезд, гелий-3 в основном появляется в результате бомбардировки гелия-4 космическими лучами. Поэтому определение содержания в них гелия-3 позволило бы судить о происхождении космических лучей. Если происхождение космических лучей метагалактическое, то плотность их энергии во всех галак-

* С реликтовым излучением читателей журнала познакомил статью И. Д. Новикова «Открытие первичного радиоизлучения Метагалактики», «Земля и Вселенная», № 3, 1966, стр. 11.

тиках должна быть примерно одинаковой. В случае их галактического происхождения в тех галактиках, где редки вспышки сверхновых, — основного источника космических лучей, эта плотность мала, а значит, мало и содержание гелия-3. В этом аспекте представляет интерес на-

блюдение Магеллановых Облаков (рис. 14 на вклейке к стр. 70).

Трудно перечислить все объекты, изучению которых помогло бы наблюдение радиолинии 3,5 см: это и галактика М 82 (рис. 15 на вклейке к стр. 43), в которой произошел взрыв ядра, много-

численные радиогалактики, туманности, остатки сверхновых и т. д. Хочется верить, что со временем в одном ряду с радиолинией 21 см, появившейся разгадать многие тайны строения Вселенной, будет стоять и радиолиния 3,5 см — ключ ко многим загадкам мироздания.



ЛЕТНЯЯ ШКОЛА АСТРОФИЗИКОВ В ШЕМАХЕ

В конце августа 1966 г. в Шемахинской астрофизической обсерватории Академии наук Азербайджанской ССР собрались молодые астрофизики из различных советских обсерваторий и научно-исследовательских институтов. Здесь была организована летняя школа по магнитным и релятивистским явлениям в астрофизике. Обширная программа школы включала три основных раздела: «Звезды», «Квazarы» и «Космология».

Во вступительном слове председателя организационного комитета школы академика Я. Б. Зельдовича подчеркивалось, что одна из важных задач школы — сформулировать программу наблюдений, которые можно будет в последующем выполнить на данной обсерватории, где вступает в строй двухметровый телескоп-рефлектор, а также на других обсерваториях, которые уже сейчас располагают необходимой инструментальной базой.

Сначала рассматривались проблемы спокойной эволюции звезд. Современное состояние вопроса было охарактеризовано в докладах доктора физико-математических наук А. Г. Масевич и астронома Потсдамской обсерватории Г. Рубена. О приложении результатов теории к объяснению ряда наблюдательных фактов сообщил кандидат физико-математических наук И. М. Копылов. Особый интерес в этом сообщении вызвал предложенный И. М. Копыловым новый метод определения масс одиночных звезд. Обзор наблюда-

тельных данных по малым космическим взрывам, происходящим во вспыхивающих звездах, был сделан кандидатом физико-математических наук Р. Е. Гершбергом. Одной из пока еще нерешенных проблем теоретической астрофизики является объяснение вспышек сверхновых. Можно считать доказанным, что взрываются лишь некоторые массивные звезды в конце спокойной эволюции. Доклад кандидатов физико-математических наук В. С. Имшенника и Д. К. Надежина был посвящен самым последним расчетам вспышек сверхновых, ведущимся у нас и за рубежом.

Другая важнейшая нерешенная проблема астрофизики — проблема квазаров, необычайно ярких далеких объектов неизвестной природы. Обзор результатов оптических наблюдений квазаров сделали В. Ф. Есипов и В. И. Проник. Они подчеркнули важность систематических наблюдений квазаров (их блеска, спектров и др.), т. к. характеристики этих объектов быстро и неожиданно меняются. Магнитоплазменная модель квазара, объясняющая многие наблюдаемые в квазарах явления, была детально рассмотрена кандидатом физико-математических наук Л. М. Озерным.

По мнению, высказанному в докладах Я. Б. Зельдовича, кандидата физико-математических наук И. Д. Новикова и Г. С. Бисноватого-Когана, ядро квазара представляет сверхмассивную звезду, устойчивость которой обеспечи-

вается в основном вращением. Вызванное вращением истечение газа с экватора звезды происходит достаточно медленно и позволяет звезде длительно существовать, отдавая энергию.

О нетепловом излучении релятивистской плазмы рассказал доктор физико-математических наук С. А. Каплан.

Несколько интересных сообщений о нейтринных процессах и релятивистских вопросах теории образования звезд сделали сотрудники Шемахинской обсерватории (кандидат физико-математических наук Т. А. Эминзаде, О. Х. Гусейнов и др.).

Обсуждение космологических проблем началось обзорными докладами Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова, посвященными физическим процессам на ранней стадии расширения горячего вещества Метагалактики. А. Г. Дорошкевич рассмотрел вопросы гравитационной неустойчивости в расширяющемся веществе Метагалактики и связанные с этим проблемы больших неоднородностей, из которых впоследствии образуются галактики. Теория формирования галактик из первоначальных сгущений и их дальнейшая эволюция обсуждались в докладе Л. М. Озерного.

Сообщение Р. А. Сюняева было посвящено физическим свойствам метагалактической среды в настоящее время. В этом сообщении отмечалась возможность наблюдения гелия в межгалактической среде.

Мы перечислили лишь основные вопросы, которые рассматривались на заседаниях летней школы. Но уже и этого достаточно, чтобы получить представ-

ление о разнообразии тематики и новизне проблем.

К сожалению, не предполагается специальное издание трудов летней школы: решено ограничиться информационным сообщением Астрономического совета АН СССР, в котором будут кратко изложены основные идеи докладов и даны обстоятельные ссылки на соответствующую литературу. Популярное изложение обзорных докладов было бы интересно опубликовать на страницах нашего журнала.

Работа школы не ограничивалась лекциями и докладами. Не менее важными оказались многочисленные дискуссии и кулуарные обсуждения, которыми были до предела насыщены все дни работы школы. Наиболее острая дискуссия развернулась по проблеме стабилизации огромных масс вещества, сосредоточенных в квазарах.

Для обобщения опыта работы школы участникам шемахинской встречи предложили ответить на вопросы анкеты, в которой организаторы школы интересовались доступностью изложения и новизной тем, связью с наблюдениями, эффективностью проведенных обсуждений. Ответы на вопросы анкеты еще раз подтвердили актуальность проведения школы и необходимость подобных ежегодных встреч молодых ученых.

Несомненную пользу школа принесла и молодому коллективу Шемахинской обсерватории, что было подчеркнуто в заключительном слове директора обсерватории кандидата физико-математических наук Г. Ф. Султанова. Проведение таких мероприятий, по мнению автора, которому довелось участвовать в работе Шемахинской школы, было бы интересно и по другим проблемам астрономии и астрофизики.

Е. И. ЛЕВИТАН

ВСПЫШКА КВАЗАРА 3С 440

Одно из удивительных свойств квазизвездных источников радиолучения (квазаров) — переменность блеска, которая наблюдается в радио- и оптических диапазонах. Хорошо исследована переменность оптического излучения ближайшего к нам квазара 3С 273. Оказалось, что он меняет свою яркость примерно в 1,5 раза за период около 10 лет. Другой

квазар 3С 2 увеличил блеск в 4 раза с 1954 по 1964 г., а за тот же период квазар 3С 43 стал слабее в 2,5 раза.

В «Циркуляре Международного астрономического союза» опубликовано сообщение американского астронома А. Сендиджа о том, что яркость квазара 3С 446 с октября 1964 по июль 1966 г. возросла в 20 раз (!). «Сейчас» его абсолютная звездная величина равняется -28^m . Напомним, что абсолютная звездная величина нормальной галактики всего -21^m . Таким образом, квазар 3С 446 излучает «сейчас» в оптическом диапазоне в 600 раз больше нормальной галактики!

Причины таких изменений в излучении квазаров пока неясны. Исследование их только началось. Но без сомнения открытие природы переменности квазаров может послужить ключом к разгадке природы этих удивительных объектов.

ПОИСКИ «СФЕР ДАЙСОНА»

Согласно предположению американского ученого Дайсона, высокоразвитые цивилизации в погоне за энергией будут вынуждены создавать сферические оболочки радиусом в несколько астрономических единиц вокруг своих звезд. Такие оболочки, имея температуру в несколько сот градусов Кельвина, станут источниками инфракрасного излучения, которое можно будет наблюдать на Земле в инфракрасном диапазоне.

Недавно К. Саган и Р. Уокер рассмотрели возможности обнаружения непрозрачных сферических оболочек, излучающих как абсолютно черное тело при температуре около 300° К. Они считают, что с существующими телескопами и инфракрасными приемниками излучения можно обнаружить «сферы Дайсона» с температурой 300° К и радиусом 1 а. е., проводя наблюдения в окне прозрачности земной атмосферы 8—13 мк. Например, с 200-дюймовым телескопом и уровнем шумов в приемнике 10^{-11} вт максимальное расстояние, на котором можно определить «сферу Дайсона», равно 20,6 пс, а с 20-дюймовым телескопом это расстояние только 2,06 пс.

Но открытие подобных низкотемпературных объектов еще не означает, что мы нашли высоко-

развитую цивилизацию. Громадное число слабосветящихся тел находится в той стадии эволюции, когда они в инфракрасном диапазоне ничем не отличаются от «сфер Дайсона». Совсем недавно, например, были открыты очень холодные звезды с температурой поверхности около 800° К. Поэтому, чтобы отличить «сферу Дайсона» от низкотемпературных тел, необходимы дополнительные исследования, в частности поиски монохроматического излучения в микроволновом диапазоне. «Astrophysical Journal», 144, 3, 1966.

РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ ВЕНЕРЫ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

Чехословацкий астроном В. Летфус рассмотрел возможную зависимость яркостной температуры планеты Венеры от солнечной активности. В своей работе он использовал результаты наблюдений Венеры зимой 1961 г. на длине волны 3,3 см советскими исследователями В. П. Бибиной, А. Д. Кузьминым, А. Е. Саломоновичем и И. В. Шавловским.

Летфус сопоставил в близкие моменты времени яркостные температуры планеты, полученные советскими исследователями, с относительными числами солнечных пятен (с числами Вольфа). Хорошее согласие яркостной температуры Венеры с числами Вольфа наступает, если кривую температуры сдвинуть относительно кривой, представляющей солнечную активность, на 8—9 дней. Летфус попытался оценить яркостную температуру планеты при условии, что число Вольфа равно нулю. Она оказалась равной 475° К.

Летфус провел также краткий анализ результатов американских исследователей, которые наблюдали Венеру на волне 3,15 см в 1956 г. При числе Вольфа, равном нулю, температура планеты оказалась ниже 440° К.

Пока неясно, чем вызван такой большой сдвиг — 8 дней — между кривой яркостной температуры Венеры и кривой, характеризующей солнечную активность. Но очевидно, что при расчетах моделей атмосферы Венеры необходимо учитывать влияние солнечной активности.

«Nature», 211, 1966, 5045.

МГНОВЕННЫЕ ФОТОГРАФИИ МЕТЕОРОВ

П. В. БАБАДЖАНОВ,
кандидат физико-математических наук
Е. Н. БРАМЕР,
кандидат физико-математических наук

Явление метеора сопровождается сложными процессами разрушения (плавления, испарения, распыления и дробления) метеорного тела. Кроме того, атомы метеорного вещества при столкновении с молекулами воздуха ионизируются и возбуждаются. Свечение метеора в основном связано с излучением возбужденных метеорных атомов и ионов.

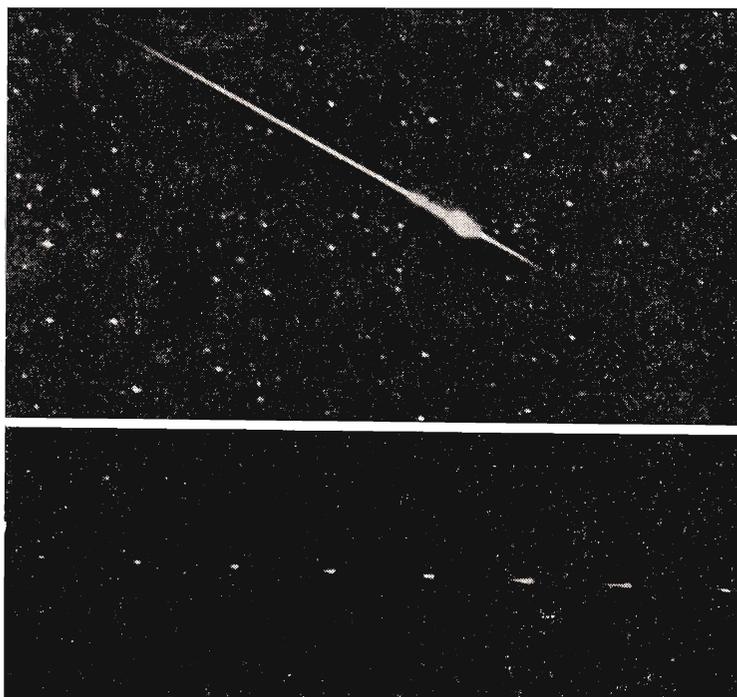
Метеорные явления, в зависимости от скорости вторгнувшегося в земную атмосферу метеорного тела, наблюдаются на высотах 60—120 км. Наиболее полную информацию о них дают базисные фотографические наблюдения. Они позволяют получить сведения о высоте появления метеорного тела, о его скорости и торможении, изменении ярко-

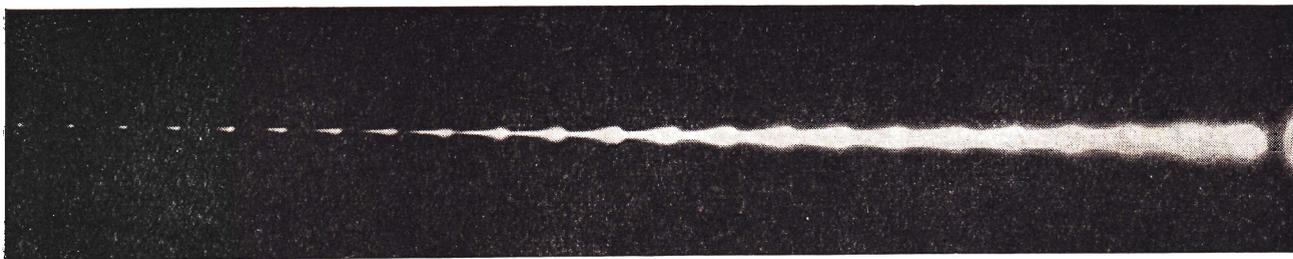
сти, высоте исчезновения и других деталях процесса взаимодействия метеорной материи с атмосферой Земли. Эти сведения в свою очередь дают возможность вычислить атмосферную траекторию метеорного тела, его орбиту в межпланетном пространстве и некоторые параметры верхней атмосферы, а также судить и о природе метеорного вещества.

Сущность фотографического метода состоит в том, что с помощью широкоугольных камер, установленных в двух удаленных пунктах [расстояние между ними 20—40 км], фотографируется небо и на его фоне фиксируется видимая траектория метеора. Положения и блеск метеора измеряются относительно звезд. На одном из пунктов перед объективами фотографических камер устанавливается специальный затвор — обтюратор, который периодически прерывает экспозицию. В результате изображение метеора оказывается не сплошным, а прерывистым. Зная скорость вращения обтюратора, можно вычислить скорость и торможение метеора.

Исследование фотографий слабых метеоров позволило в 1955 г. обнаружить «хвосты» [слабый след, сопровождающий головную часть метеора] и «замывание перерывов» [постепенное удлинение штрихов вплоть до их полного слияния]. Эти явления, по мнению И. С. Астаповича, свидетельствуют о неточности метеора.

Метеор, сфотографированный 8 августа 1964 г. в Душанбе. Скорость метеора — 24,6 км/сек. Длинные хвосты (до 370 м) на мгновенной фотографии (внизу) соответствуют вспешкам яркости на обычной





Фотография яркого метеора получена 12 августа 1964 г. в Душанбе. Длина хвостов, постепенно увеличивается. Во время яркой вспышки наблюдается замыкание перерывов

Несколько позже аналогичная картина наблюдалась у ярких метеоров.

Одновременно при изучении торможения и свечения метеоров были обнаружены удивительные аномалии: слабые метеоры тормозятся в атмосфере значительно быстрее, чем следует из теории движения тела в сопротивляющейся среде; свечение метеоров и их длина также не соответствуют теории. На основе этих данных американский ученый Л. Яккия высказал предположение о дроблении метеорных тел. Действительно, если метеорное тело дробится в атмосфере, то площадь поперечного сечения, испытывающая аэродинамическую нагрузку, резко увеличивается. Возрастают сопротивление и торможение облака осколков. В то же время при дроблении резко увеличивается скорость испарения, что приводит

к аномалиям в кривой блеска. Неточность метеора, по крайней мере в некоторых случаях, — следствие дробления метеорного тела. Б. Ю. Левин рассмотрел четыре основные формы дробления: распад метеорного тела на несколько сравнительно крупных осколков; прогрессивное дробление, при котором каждый осколок продолжает дробиться; непрерывное отделение мельчайших осколков с поверхности главного метеорного тела; полный распад метеорного тела.

Дробление в значительной степени определяет характер метеорного явления и, в частности, форму и размеры метеора в данный момент. Применяемая при фотографировании метеоров оптика позволяет наблюдать объекты, линейные размеры которых на расстоянии 100—150 км превышают 20—50 м. Однако быстрое

движение изображения метеора по фотослою смазывает детали. Поэтому весьма интересны мгновенные снимки. Действительно, при выдержке 10^{-3} секунды смещение метеора, даже при скорости 60—70 км/сек, будет примерно на порядок меньше его линейных размеров, а при выдержке 10^{-4} секунды — лежит в пределах разрешающей способности используемой оптики. Следовательно, метод мгновенной экспозиции при выдержках порядка 10^{-3} — 10^{-4} секунды в зависимости от скорости метеора позволяет получить изображение в «чистом» виде.

Интересно, что дробление метеорного тела на сравнительно крупные осколки почти невозможно обнаружить длиннофокусной фотографической аппаратурой, так как при больших фокусных расстояниях поле зрения мало и уменьшаются шансы сфотографировать метеор. Кроме того, поперечные [перпендикулярные движению метеора] расстояния между осколками обычно так малы, что даже при фокусных расстояниях в 1—2 м они остаются меньше разрешающей способности. Продольные [совпадающие с направлением движения

Мгновенная фотография метеора, по-видимому Гемнида. В головной части видны боковые лучи. Снимок получен 14 декабря 1964 г. в Душанбе



метеора] расстояния между осколками со временем увеличиваются из-за различного сопротивления воздуха и становятся больше разрешающей способности аппаратуры.

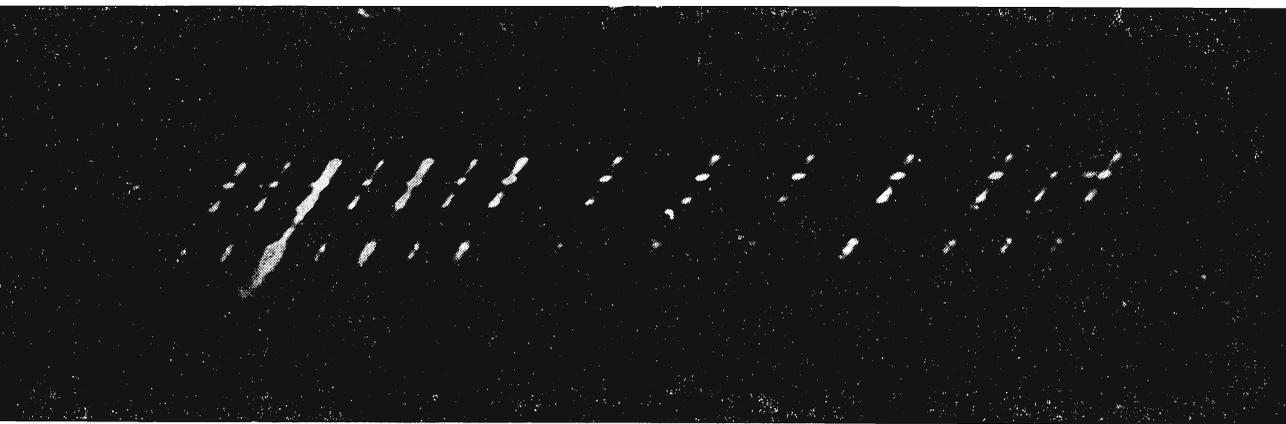
При обычном фотографировании изображения отдельных осколков налагаются одно на другое и их невозможно различить. Метод мгновенной экспозиции позволяет отделять изображения индивидуальных осколков, изучать движение каждого из них и определять их массы. Поэтому этот метод широко применяется. Однако фотографирование метеоров имеет следующие особенности:

держка соответствовала мгновенной экспозиции, а для больших скоростей выдержка почти мгновенная. Некоторые из полученных фотографий иллюстрируют нашу статью.

К концу 1965 г. снимков, различных по яркости и скорости метеоров, удалось получить больше пятидесяти. Сейчас еще рано подводить итоги исследований, однако уже первые измерения размеров и распределения яркости метеоров заставляют по-новому подойти к решению задачи о движении и строении метеорных тел.

Когда говорят о структуре ме-

ориты, очень похожи на астероиды — малые планеты, большинство которых обращается вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера. Обычные же метеоры довольно часто связаны с метеорными телами, которые по своему орбитальному движению и некоторым признакам имеют много общего с кометами. Кометные ядра по плотности, минералогическому строению и вещественному составу резко отличаются от астероидов. Астероид — огромная глыба из камня и железа. Кометное же ядро состоит в основном из различных льдов (H_2O , NH_3 , CH_4) и пыли.



во-первых, заранее неизвестно, когда пролетит метеор, и, во-вторых, его мгновенные изображения располагаются вдоль траектории полета. При конструировании затвора-объектива эти особенности учитываются.

В 1964—1965 гг. в Астрофизическом институте Академии наук Таджикской ССР и Астрономической обсерватории Одесского государственного университета фотографировались метеоры с выдержками в $6 \cdot 10^{-4}$ секунды; применялись камеры с фокусным расстоянием 75 см и светосилой 1:3,5. Перед фотопленкой вращался объектив с двумя узкими вырезами. Оказалось, что для скоростей, меньших 30 км/сек, вы-

Спектр метеора, полученный 8 августа 1965 г. в Одессе, с чередующимися выдержками $1/1800$ и $1/300$ секунды. Вплотную к последнему яркому изображению спектра примыкает дополнительное изображение, свидетельствующее о распаде метеорного тела на две части. На обычном снимке это нельзя обнаружить, так как осколки очень мало сместились в поперечном направлении. В направлении полета из-за большой разницы в скорости смещение заметно

теорных тел, то иногда без достаточных оснований принимают, что все они похожи на каменные или железные метеориты. Но по этим остаткам вземных образований можно судить о плотности, химическом составе, минералогическом строении и возрасте только определенного класса метеорных тел. По орбитальному движению и другим признакам метеорные тела, порождающие мете-

Какова же в таком случае структура осколка кометного ядра? Не осталось ли внутри метеорного тела, вызывающего появление ярких метеоров, некоторое количество замороженного субстрата? Спектральные исследования пока не в состоянии ответить на эти вопросы, так как при полете метеора возбуждаются сравнительно низкие уровни атомов железа и других металлов. Потенциал воз-

буждения атомов водорода, кислорода, азота в несколько раз выше.

Косвенные данные о структуре метеорного тела и его взаимодействии с атмосферой можно получить, исследуя мгновенные фотографии метеоров, измеряя протяженность светящегося столба и продолжительность его свечения. Хотя анализ фотографий еще не закончен, уже сейчас очевидно, что обычным «спокойным» дроблением нельзя объяснить все, что наблюдается в явлении метеора. При дроблении метеорного тела, по-видимому, либо осколки массой 10^{-6} — 10^{-8} выбрасываются со скоростью 1—2 км/сек, либо в метеорной коме [газовой туманной оболочке] возникает повышенная концентрация молекулярных ионов. Измерения фотографии раздробившегося метеора 8 августа 1965 г. показали, что осколки разлетелись со скоростью 1,3 км/сек. Причем один из них

ушел вперед — он ускорил свое движение.

Причиной такого ускорения могла быть только внутренняя энергия, заключенная в метеорном теле. Проще всего объяснить наблюдаемое ускорение реактивной силой, возникающей в результате испарения летучих компонентов метеорного вещества. До встречи с Землей метеорное тело содержало вещество в замкнутой полости, предохраняющей его от испарения в околосолнечном пространстве. При движении в земной атмосфере в результате оплавления и испарения стенка, отделявшая летучие соединения, стала настолько тонкой, что метеорное тело раскололось. Обнажились летучие вещества, а их быстрое испарение вызвало реактивную силу и разлет осколков метеорного тела.

Заметим, что и другие «странные» факты, обнаруженные при

обработке фотографических наблюдений, подтверждают предположение о сложной структуре метеорных частиц кометного происхождения. Например, казалось совсем непонятным, почему некоторые метеоры из эллиптического потока Персеид движутся по гиперболическим орбитам. Но если предположить, что раскол первичного метеорного тела произошел на большой высоте до начала свечения метеора, то его осколки будут двигаться со скоростью, отличающейся от средней скорости Персеид, и некоторые из них смогут наблюдаться как гиперболические Персеиды.

Дальнейшее изучение мгновенных фотографий метеоров и их спектров позволит более подробно выяснить физические процессы, сопровождающие полеты метеорных тел в земной атмосфере, характер их дробления, особенности их состава и структуры.



СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И БИОСФЕРА ЗЕМЛИ

Уже много лет ученые исследуют разнообразные проявления солнечной активности в геофизических процессах. В последнее время комплекс солнечно-земных связей расширился: в него постепенно включаются проблемы воздействия Солнца на различные биологические процессы.

Наблюдения свидетельствуют о том, что в течение 11-летнего цикла солнечной активности происходят изменения в природе лесонасаждений, условиях существования некоторых видов животных, насекомых, птиц и, наконец, в ряде случаев наблюдались патологические реакции у людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Трудности исследования воздействия солнечной активности

на биологические процессы связаны, во-первых, с тем, что эти явления зависят от многих факторов, во-вторых, отсутствуют длительные и однородные биологические и медицинские наблюдения, и, в-третьих, неизвестны те компоненты солнечного излучения, которые вызывают на Земле биологические эффекты. В этой ситуации приобретают важное значение исследования во многих областях науки. Так, например, необходимо изучить влияние солнечной активности на крупномасштабные процессы в тропосфере, поскольку, по-видимому, существует опосредованная связь через погоду на некоторые биологические явления. Очень интересны те виды солнечных излучений (например, радиоизлучения на частотах метрового диапазона), которые могут вызывать немедленные эффекты в организме человека (резкие обострения сердечно-сосудистых заболеваний).

В целом решение проблемы может быть найдено лишь в рамках объединения усилий специалистов разных областей (астрофизики, геофизики, биологии, медицины и др.).

О возросшем интересе к исследованиям воздействия солнечной активности на биологические процессы свидетельствуют проведенные в июле 1966 г. научные совещания: Астрономический совет АН СССР созвал специальное совещание по этой проблеме; а научная сессия Института терапии АМН СССР по проблеме «Климат и сердечно-сосудистая патология» заслушала доклады, в которых обсуждались явления в организме человека, обусловленные активностью Солнца. При Комиссии по исследованию Солнца Астрономического совета АН СССР создана рабочая группа из специалистов по астрофизике и медицине.

«Вестник Академии наук СССР»,
9, 1966, 111—112.

Новое о термических свойствах Луны

Б. Ю. ЛЕВИН,
доктор физико-математических наук

Изменения температуры поверхностного слоя Луны в течение лунации (при различных фазах Луны) и во время лунных затмений регистрируются в инфракрасном и радиодиапазонах. В первом измеряют тепловое излучение, исходящее от поверхности Луны и характеризующее поэтому ее температуру, во втором — тепловое излучение, идущее с некоторой глубины — тем большей, чем длиннее волна, на которой проводятся наблюдения. Сопоставление результатов подобных наблюдений температурных измерений с результатами теоретических расчетов для различных моделей поверхностного слоя Луны позволяет выяснить важные физические характеристики этого слоя. Прежде всего удается оценить значения параметра

$$\gamma = (k\rho c)^{-1/2},$$

где k — теплопроводность, ρ — плотность и c — теплоемкость вещества. Обычно ρ и c задаются из других соображений, и тогда определение γ является, по существу, определением теплопроводности поверхностного слоя Луны.

Большинство исследователей считало, что теплопроводность и теплоемкость вещества, слагающего поверхностный слой Луны, не зависят от температуры. В этом случае обработка наблюдений в инфракрасных лучах приводила к значению $\gamma \approx 1000 \text{ см}^2 \cdot \text{град} \cdot \text{кал}^{-1} \cdot \text{сек}^{1/2}$, тогда как радиоастрономические наблюдения, выполненные В. С. Троицким с сотрудниками, дали значение $\gamma \approx 350$.

В диапазоне температур, встречающихся на лунной поверхности, теплопроводность сплошных горных пород действительно мало зависит от температуры. Однако у порошков, находящихся в вакууме, обычная теплопроводность, осуществляемая через движение молекул (в частности, через кристаллическую решетку), очень мала. Поэтому в порошках, и вообще в очень пористых телах, в вакууме существенную роль играет лучистая теплопроводность, т. е. перенос тепла радиацией через поры и пустоты. Лучистая теплопроводность сильно зависит от температуры (она пропорциональна T^3 , где T — абсолютная температура), а потому и суммарная теплопроводность тоже оказывается существенно зависящей от температуры. Из экспериментов известно, что при $T = 350^\circ \text{K}$ лучистая теплопроводность порошков в ва-

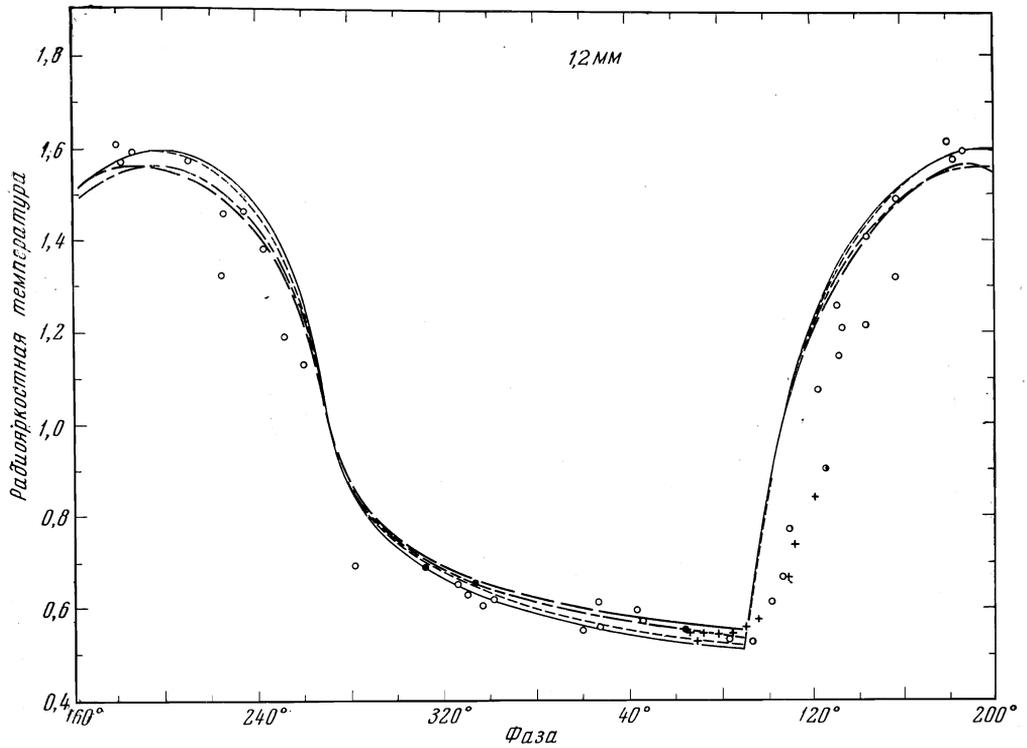
кууме может в 2—3 раза превосходить обычную и, следовательно, играет важную роль в лунном диапазоне температур.

Как показали английские исследователи Клегг, Бастин и Джир, результаты наблюдений собственного излучения Луны в инфракрасном и радиодиапазонах можно привести в единую систему, если учесть лучистую теплопроводность. Оказывается, при 300°K лучистая теплопроводность в рыхлом поверхностном слое достигает 50% общей теплопроводности, а во время лунного дня, когда на поверхности температура подымается до 400°K , роль лучистой теплопроводности еще больше. Наблюдая инфракрасное излучение ночной части лунного диска, Мэррей и Вильди обнаружили, что, как только температура поверхности Луны падает ниже 170°K , дальнейшее остывание ее происходит быстрее, чем можно было ожидать. Это связано с уменьшением теплопроводности и замедлением притока тепла из прогретых днем подповерхностных слоев и косвенно подтверждает значительную роль лучистой теплопроводности.

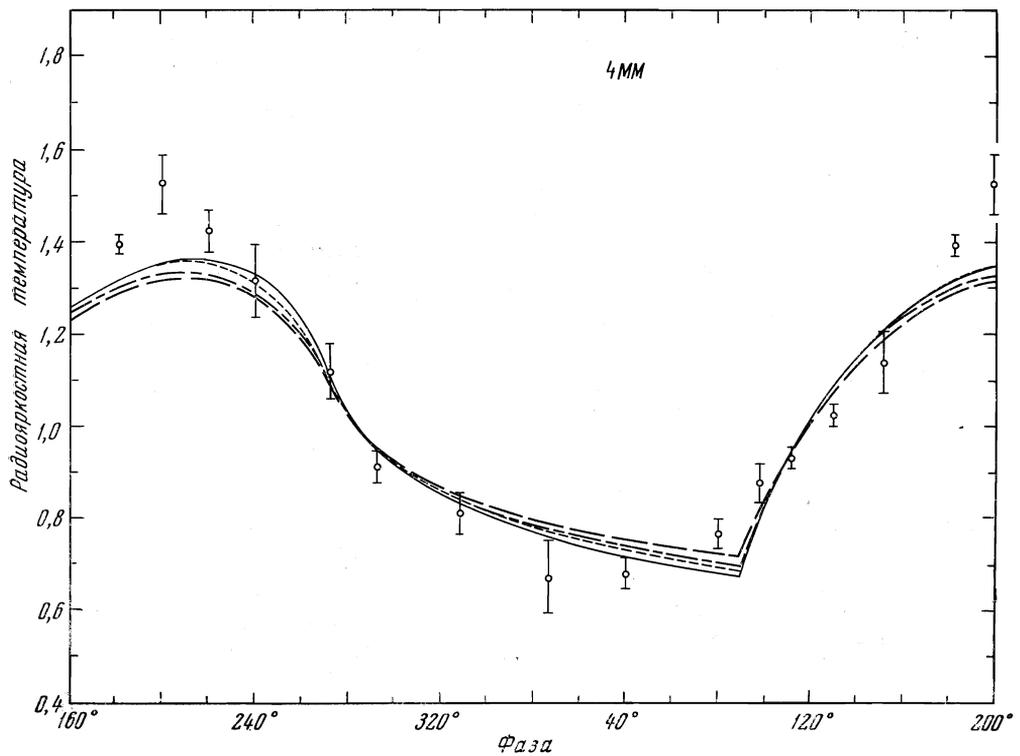
Несколько другим путем выявил важную роль лучистой теплопроводности в поверхностном слое Луны астроном Гарвардской обсерватории (США) Дж. Лински (Scientific Report № 8, January 15, 1966). Он вычислил для ряда моделей поверхностного слоя те характеристики лунного излучения, которые получаются из наблюдений, и затем сравнил их с результатами наблюдений. В некоторых моделях термические свойства — теплопроводность и теплоемкость — считались зависящими от температуры, а в других принимались постоянными.

В качестве наблюдательных данных Лински широко использовал измерения радиояркости Луны на разных длинах волн, выполненные В. С. Троицким с сотрудниками. Эти наблюдения особенно точны, поскольку калибровались с помощью «искусственной Луны»*. Наблюдения В. С. Троицкого и его сотрудни-

* «Искусственная Луна» — диск известной температуры, установленный вдали от радиотелескопа так, что его угловой диаметр почти равен угловому диаметру Луны. Диск наблюдается с помощью радиотелескопа на фоне неба и служит для точной калибровки измерительной аппаратуры.



Изменение радиояркой температуры центра лунного диска (в относительных единицах) во время лунации. Вверху — на волне 1,2 мм. Кривые — для четырех моделей Лински; кружки — наблюдения Лоу и Дэвидсона при ширине диаграммы направленности антенны 3',9; крестики — то же, при ширине 1',0. Внизу — на волне 4 мм для четырех моделей Лински (кривые) и по измерениям А. Г. Кислякова и А. Е. Саломоновича (ширина диаграммы направленности антенны 1',6)



ков, а также наблюдения зарубежных исследователей выявили увеличение средней температуры по мере погружения под поверхность, внутрь лунного поверхностного слоя.

Лински показал, что наблюдения можно согласовать с различными моделями поверхностного слоя Луны — как с такими, в которых термические свойства зависят от температуры [однородная модель], так и с такими, в которых эта зависимость отсутствует [двухслойная модель: наружный слой толщиной 30 см с $\gamma = 107,5$, а дальше вещество с $\gamma = 250$].

Следует подчеркнуть, что речь идет о простейших моделях лунной поверхности, которые позволяют объяснить результаты измерений ее температуры, проведенных в инфракрасном и радиодиапазонах. В то же время вся совокупность наших знаний о поверхности Луны дает основание предполагать, что поверхностный слой Луны на самом деле не вполне однороден, а в нем происходит постепенное нарастание плотности от чрезвычайно рыхлого и пористого наружного слоя до плотности скальных пород на глубине нескольких десятков метров (в среднем). Местами плавные изменения свойств с глубиной могут сочетаться с заметной слоистостью. Кроме того, даже инфракрасные наблюдения, не говоря уже о радиоастрономических, дают усредненные характеристики для довольно больших участков лунной поверхности.

Вернемся, однако, к моделям Лински. В них γ при температуре 350°K заключено между 625 и 1075. Лински отвергает полуценную В. Д. Кротиковым и В. С. Троицким низкую величину $\gamma \approx 350$, указывая, что она основана не только на радиоастрономических наблюдениях, но и на неточном значении температуры в антисолнечной точке (120°K), определенной Синтоном, и других ненадежных данных. Лински считает надежным для ночной стороны Луны результат Лоу, получившего среднюю (для разных участков) температуру перед восходом Солнца 90°K . Правда, в отдельных местах она опускается ниже 70°K , либо остается выше 150°K . У семи моделей поверхностного слоя, вычисленных Лински, температуры перед восходом Солнца лежат в этих пределах.

Исключительно интересен результат расчетов теплового потока из недр Луны к поверхности, сделанных Лински. Обработка радиоастрономических наблюдений на основе моделей с теплопроводностью, зависящей от температуры [учет зависимости теплоемкости от температуры мало влияет на результаты], дает величину теплового потока в пределах $(0,27—0,42) \cdot 10^{-6}$ кал/см² · сек. Такой же поток получается при расчетах термической истории для Луны, содержащей столько же радиоактивных элементов, сколько их в каменных метеоритах. Но когда те же самые радиоастрономические наблюдения обрабатываются на основе моделей с теплопроводностью,

не зависящей от температуры, то тепловой поток оказывается на порядок больше: $[3,7—5,7] \cdot 10^{-6}$, что требует неприемлемо большой генерации тепла в недрах Луны. Лински убедительно показал, что этот иллюзорный результат получается из-за того, что наблюдения Луны, имеющие одни термические свойства поверхностного слоя, обрабатываются с использованием модели, предполагающей иные, не соответствующие действительности, тепловые свойства.

Характеристики наиболее вероятных моделей Лински — тех, в которых учтена лучистая теплопроводность, — позволяют оценить средние размеры пор или пустот между частичками поверхностного слоя Луны. Они оказались примерно 0,1—0,3 мм. Это на порядок больше, чем поры, предполагаемые Хапке и Ван Хорном на основании фотометрических данных. Несомненно, имеются поры всевозможных размеров, но их усреднение в обоих случаях происходит по разным интервалам размеров, поэтому расхождение не особенно серьезно.

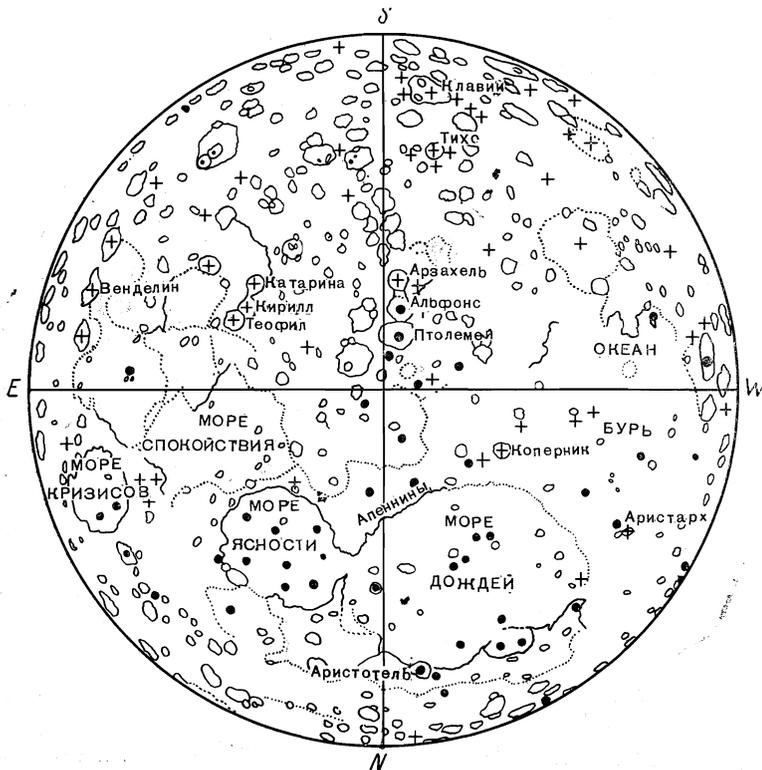
Кривые измерения радиояркостной температуры центра лунного диска в течение лунации, рассчитанные Лински для ряда длин волн, прекрасно согласуются с наблюдениями на тех же волнах, выполненными на радиотелескопах с высокой разрешающей способностью, позволяющей регистрировать излучение не от всего лунного диска, а от отдельных, хотя и крупных, участков его, и, в частности, дающие возможность выделить излучение лишь центральной зоны лунного диска (см. рисунки). Хорошее согласие получается также между кривой изменения температуры малого участка лунной поверхности во время затмения 1939 г., полученной Петтитом путем наблюдения в инфракрасной области спектра, и теоретическими кривыми, вычисленными Лински для всех его семи моделей.

Во время лунного затмения 30 декабря 1963 г. В. С. Троицкий с сотрудниками измерили радиояркостную температуру середины диска на волнах около 1 мм, а Лоу и Дэвидсон провели аналогичные измерения во время затмения 19 декабря 1964 г., очень сходного по своим геометрическим характеристикам с затмением 1963 г. По непонятным причинам между результатами наблюдений обоих затмений получились заметные расхождения. Теоретические же кривые Лински проходят как раз посередине между двумя наблюденными кривыми.

Таким образом, расчеты Лински показывают, что учет лучистой теплопроводности, играющей заметную роль вследствие пористости поверхностного слоя Луны, приводит к полному согласию все измерения температуры Луны, выполненные в инфракрасном и радиодиапазонах, и устраняет неверный вывод о том, что тепловой поток, поступающий из недр Луны к поверхности, якобы в несколько раз больше, чем может быть при метеоритном составе Луны.



ВОЗМОЖНЫЕ ЦВЕТА ДЕТАЛЕЙ ЛУННОГО РЕЛЬЕФА



РАДИОАСТРОНОМЫ ИССЛЕДУЮТ ЗВЕЗДНЫЕ АССОЦИАЦИИ

Образование звезд из межзвездного водорода происходит, главным образом, в звездных ассоциациях. Однако газ, из которого формируются звезды, за исключением отдельных областей, остается холодным, а потому прозрачным и невидимым. Его можно исследовать лишь радиоастрономическими методами.

Радиоастрономы обсерватории Двингелоо (Голландия) с помощью 25-метрового радиотелескопа провели ряд наблюдений на волне 21 см области в созвездии Единорога, содержащей две близкие ассоциации молодых звезд. Были найдены и исследованы несколько громадных облаков холодного водорода, полная масса газа в которых в десятки раз превосходит массу молодых звезд.

«Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands», 18, 1966, 191.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «МИР»

(Продолжение. Начало на 31-й стр.)

М. МЕЛЛЕР. Введение в спутниковую геодезию. Перевод с английского. Нью-Йорк. 1964. 25 л. (Космические исследования). Профессор Университета штата Огайо М. Меллер посвятил свою книгу новейшим методам геодезии. Книга может быть рекомендована геодезистам, гравиметристам, картографам.

Методы астрономии. Перевод с английского под редакцией В. Хильтнера. Чикаго, 1964. 30 л. (Астрономия). Второй том многотомной серии «Звезды и звездные системы». Предлагаемый том посвящен методам астрономических исследований. Это энциклопедия современной наблюдательной наземной астрономии.

(Продолжение на 90-й стр.)

Распределение цветовых контрастов на Луне: + — зеленоватые области; • — красноватые

Методом фотографической фотометрии в ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра Н. Н. Евсюков получил следующие данные о цветовых контрастах основных деталей поверхности Луны.

Красноватыми (судя по отклонению показателя цвета отдельной детали от показателя цвета «средней» Луны) являются Море Ясности, Море Дождей, отдельные участки Океана Бурь, северная часть Моря Кризисов, Залив Радуги, Центральный Залив, область южнее Апеннин, кратер Платон, дно и окрестности кратера Птолемя, дно кратера Альфонса, Озеро Сновидений и другие детали.

Зеленоватыми — Море Влажности, гористая область вблизи Южного полюса, кратер Тихо и его лучи, кратеры Кеплер и Коперник с их окрестностями, кратеры Аристарх, Прокл, Теофил, Кирилл, Катарина, Венделин и некоторые другие детали.

Фотографирование Луны производилось на 200-мм рефракторе Харьковской астрономической обсерватории. Найденное распределение цвета на Луне качественно согласуется с цветными фотографиями, полученными Н. П. Барабашовым, и двухцветными фотографиями, полученными А. Муте и Б. Зеегертом.

«Астрономический журнал», 43, 5, 1966, 1047—1050.

Японские космические исследования

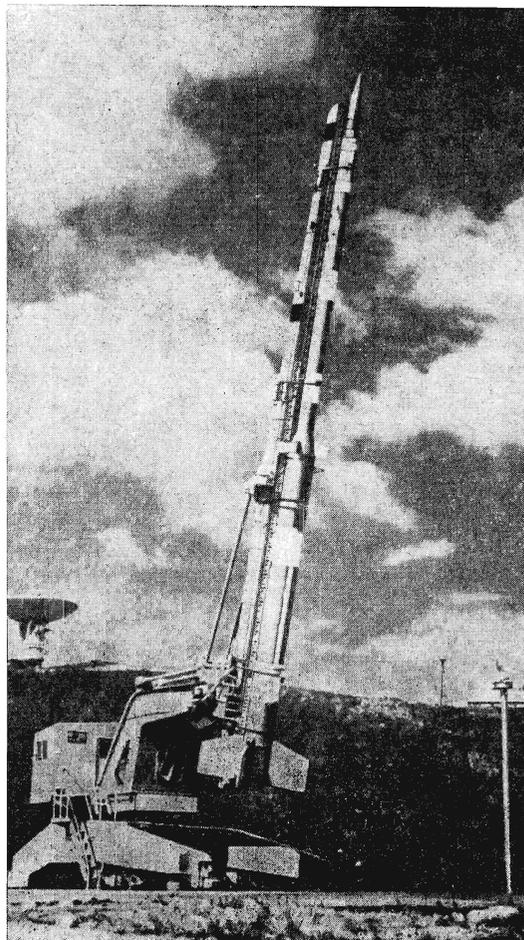
(по материалам иностранной печати)

Ю. И. ЗАЙЦЕВ

Первый в мире искусственный спутник Земли (ИСЗ), положивший начало новому этапу исследования космического пространства, был выведен на орбиту в СССР 4 октября 1957 г. После этого последовала целая серия запусков ИСЗ сначала в Советском Союзе, а затем и в США. За прошедшие годы запущено несколько сот спутников и космических ракет.

26 ноября 1965 г. с полигона в Хаммагире (Алжир) с помощью трехступенчатой ракеты-носителя «Диаман» был успешно запущен первый французский спутник А-1. Первая ступень ракеты снабжена жидкостным реактивным двигателем с тягой около 30 т, работающим на азотной кислоте со скипидаром, а вторая и третья ступени — пороховыми двигателями. Спутник весом 42 кг выведен на орбиту с высотой в апогее 1780 км, в перигее — 528 км, с углом наклона траектории $34^{\circ}39'$ и начальным периодом обращения 108 минут 11 секунд. Второй французский спутник FR-1 весом 60,8 кг выведен на орбиту 6 декабря 1965 г. с помощью американской ракеты «Скаут». 17 февраля 1966 г. из Хаммагира был выведен на орбиту третий спутник Д-1-А весом 19 кг с помощью ракеты-носителя «Диаман». Сейчас во Франции ведется разработка более мощных ракет-носителей, а во Французской Гвиане, на $5^{\circ}, 3$ с. ш., строится космодром. Его расположение позволит обеспечить вывод спутников на экваториальные орбиты при сравнительно небольших мощностях ракет-носителей.

Японские ученые также работают над созданием ракет, обещающих дать возможность вывести на орбиту спутник отечественного производства. Предполагается, что запуск японского спутника произойдет в июне 1967 г. с полигона «Кагосима Спейс Сентер» с помощью ракеты-носителя «Мю-4S». Таким образом, Япония станет четвертой космической державой после Советского Союза, США и Франции, своими сила-



Японская ракета «Ламбда-3»

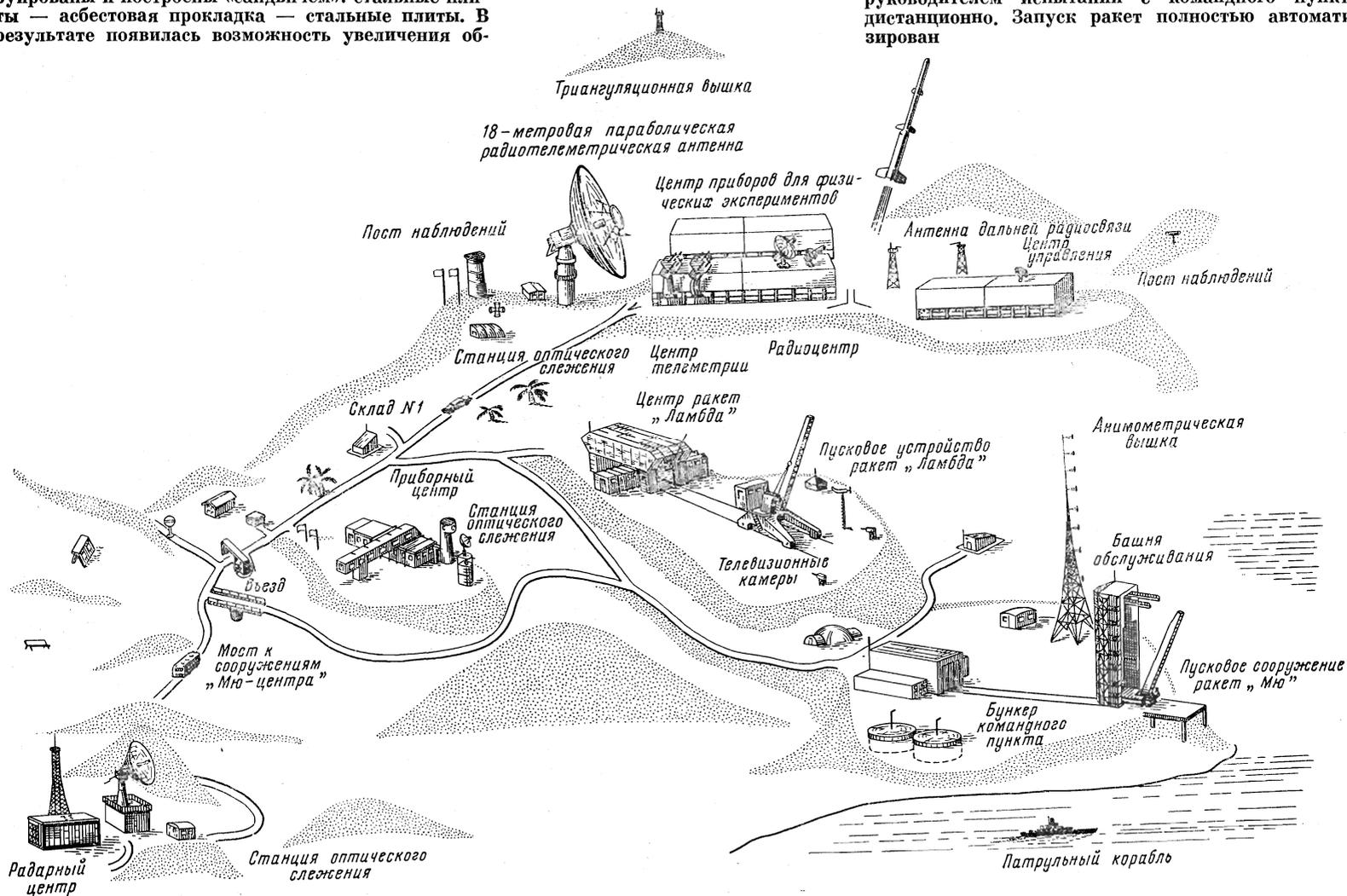
ми создавшей ракеты, с помощью которых могут быть выведены на орбиту космические объекты. Работы по практическому исследованию космоса ведутся в Японии такими крупнейшими научными центрами, как Токийский университет (исследовательская группа по ракетной технике), университет Киото, университет Нагоя (Институт физики плазмы), Радиоследовательская лаборатория (Токио) и другие.

Первый шаг в этом направлении японские ученые сделали в 1958 г., когда на высоту 60 км ими была послана ракета «Каппа-6» для проведения исследований по программе Международного геофизического года.

Вслед за «Каппой-6» была запущена двухступенчатая ракета «Каппа-8» длиной 12 м и весом 1,4 т. Она поднялась на высоту 200 км. Одновременно учеными Токийского университета проводились работы по соз-

Космический центр в префектуре Кагосима. Для строительства центра «срезали» пять горных вершин. Площадки находятся на разных высотах. Это позволило радарные установки и телеметрическое оборудование с антеннами, а также монтажно-испытательные корпуса и пусковые сооружения расположить по трехмерной системе. Сооружения, расположенные на площадках центра, сконструированы и построены «сэндвичем»: стальные плиты — асбестовая прокладка — стальные плиты. В результате появилась возможность увеличения об-

щей площади сооружений. Кроме того, сопротивление таких сооружений взрывной волне при запуске ракет выше, чем у бетонных сооружений, а вес их меньше. Окон у зданий нет. Система промышленного телевидения соединяет различные сооружения центра с командным пунктом шестью — десятью линиями связи. Исправление оборудования стартовых площадок обеспечивается руководителем испытаний с командного пункта дистанционно. Запуск ракет полностью автоматизирован



данию ракетного комплекса «Ламбда». Первая ракета комплекса «Ламбда-2» длиной 16,5 м и весом 6,5 т поднимала на высоту 200 км полезный груз 200 кг.

Были усовершенствованы и ранее созданные ракеты «Каппа-6» и «Каппа-8». Они получили наименование «Каппа-8L» и «Каппа-9M» и могли уже поднять полезный груз соответственно 25 кг на высоту 180 км и 60 кг на высоту 350—400 км.

Усовершенствованный вариант «Ламбды-2» — ракета «Ламбда-3» поднимает полезный груз 140—150 кг на высоту 1000—1100 км. Продолжаются дальнейшие работы по ее модернизации. Улучшенная ракета сможет достигнуть высоты нескольких тысяч километров.

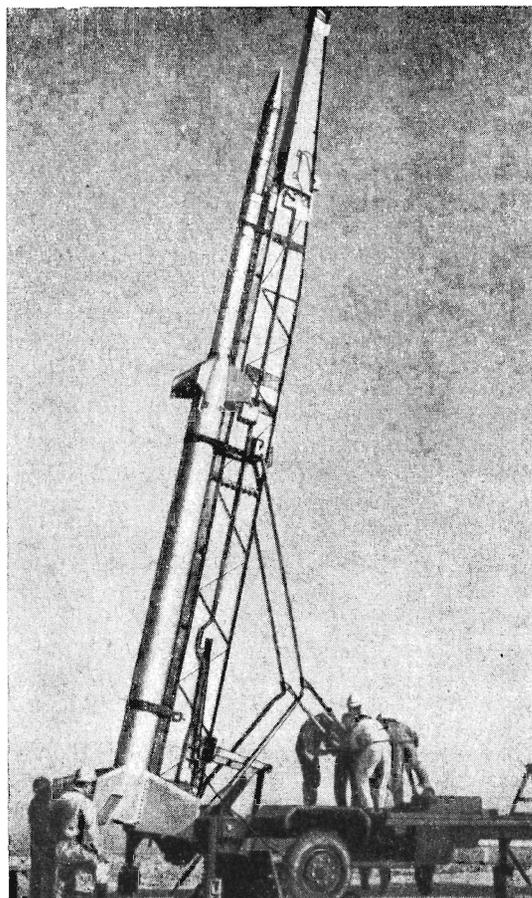
В настоящее время ракетные исследования верхних слоев атмосферы проводятся в Японии регулярно. Японские ученые весьма активно участвовали в проведении Международного геофизического года, причем особенно большое внимание уделялось ими проблемам физики верхней атмосферы. На территории страны был организован ряд наземных станций для наблюдений магнитных вариаций, земных токов, свечения ночного неба и полярных сияний. Подвергнуты тщательному изучению закономерности микропульсаций земных токов, спокойных магнитных вариаций и магнитных бурь. Проведены очень важные наблюдения неравномерностей в распределении свечения по небосводу с точки зрения динамики ветровых движений в верхней атмосфере на различных высотах, зарегистрированы уникальные низкоширотные полярные сияния.

Говоря о достижениях японских ученых в области изучения космоса, следует прежде всего отметить их успехи в ракетных исследованиях с помощью радиочастотных и плазменных зондов. Значительных успехов они достигли также в разработке и создании научной и вспомогательной аппаратуры, предназначенной для установки на ракетах и особенно в вопросах миниатюризации приборов.

Наряду с ракетными исследованиями проводятся многочисленные теоретические разработки, особенно по магнитной гидродинамике. Ведется моделирование процессов магнитосферы в лабораторных условиях.

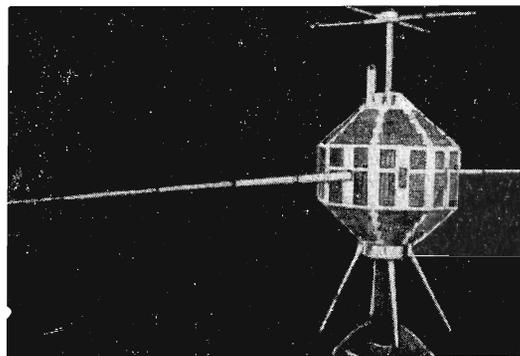
Эксперименты на зондирующих ракетах дали богатый опытный материал для дальнейших исследований и некоторых проектов на будущее. Японские ученые приступили к практической подготовке создания и запуска искусственного спутника Земли.

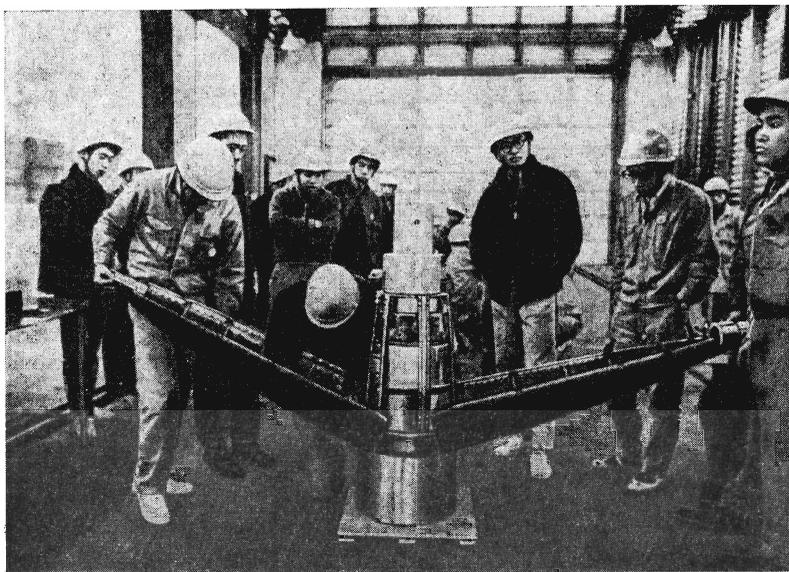
Как уже говорилось выше, запуск спутника планируется осуществить с помощью четырехступенчатой ракеты-носителя «Мю-45». Стартовый вес ракеты около 39 т, общая тяга двигателей на старте (включая 8 стартовых двигателей) 200 т. Системы наведе-



Японская ракета «Каппа-9M»

Японский исследовательский спутник





Установка обтекателя ракеты «Ламбда-3» на контейнер с научной и специальной аппаратурой

ния ракета не имеет. На четвертой ступени устанавливается автопилот, обеспечивающий ориентацию ракеты параллельно местному горизонту.

Ракета позволит вывести на круговую орбиту высотой до 480 км полезную нагрузку до 100 кг. 31 октября 1966 г. проведены летные испытания ракеты.

В настоящее время завершено создание экспериментального образца спутника и проведены его испытания в барокамере. Спутник предназначен для

На командном пункте полигона в момент запуска ракеты



исследования плазмы, космических лучей, солнечного излучения.

Вес спутника 70 кг, диаметр корпуса 75 см. Корпус спутника, имеющий форму сфероида, изготавливается из легких металлов и пластмассы. На корпусе находятся элементы солнечной батареи. Телеметрическая система использует импульсно-кодированную модуляцию.

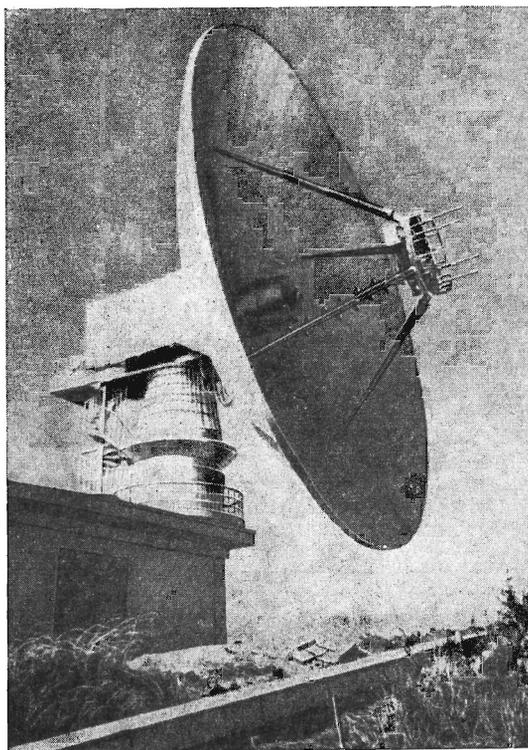
Для получения информации с участков орбиты, расположенных за пределами радиовидимости наземных пунктов, в состав радиотелеметрической системы введено запоминающее устройство. Для определения углового положения спутника в пространстве на борту устанавливается магнитометрическая система. Погрешность системы $\pm 2^\circ$.

Спутник предполагается вывести на круговую орбиту высотой 480 км с наклоном плоскости орбиты к плоскости экватора 31° . Период обращения спутника будет около 90 минут, ориентировочное время активного существования около одного года.

Для проведения измерений на активном участке траектории пункты наблюдения размещаются на прибрежных островах, а также используется плавучий телеметрический комплекс.

Японскими учеными рассматривается также возможность использования ракет-носителей серии «Мю» для запуска космических аппаратов к Венере и Марсу и создания системы спутников для целей связи и навигации.

В ходе обработки ракеты-носителя «Мю-4S» 26 марта 1966 г. планировалось запустить экспериментальную четырехступенчатую ракету «Ламбда-4S», весом 8,5 т. Четвертая ступень ракеты с приборным контейнером шарообразной формы (диаметр 33 см) должна была выйти на орбиту. Вес последней ступени 30 кг, включая полезный груз. В приборном контейнере размещаются акселерометр, температурные датчики, телемет-



18-метровая параболическая радиотелетрическая антенна

рическое оборудование и радиомаяк для траекторных измерений, а также батареи, рассчитанные на 10 часов работы. Позже этот запуск был отложен.

21 сентября 1966 г. японские ученые успешно запустили одноступенчатую исследовательскую ракету с целью провести испытание радиолокационной системы слежения, которая должна была использовать

ся при запуске ракеты «Ламбда-4S» с приборным контейнером. Этот запуск был осуществлен 25 сентября и закончился неудачно из-за неполадок в системе управления.

Все японские ракеты, созданные до настоящего времени, твердотопливные. (Исключение составляет лишь четвертая ступень ракеты-носителя «Мю-4S», имеющая восемь двигателей, работающих на продуктах разложения перекиси водорода.) Предпочтение, отдаваемое твердому топливу, обусловлено специфическими условиями Японии. Из-за большой плотности населения в этой стране трудно найти площадки, свободные от жилых построек и пригодные для запуска ракет. А ракеты на твердом топливе не требуют для запуска значительных по размерам стартовых сооружений. Кроме того, это топливо весьма надежно и безопасно в обращении.

В заключение следует сказать несколько слов об участии японских ученых в международном сотрудничестве по исследованию космоса. Япония — член Комитета Международного совета научных обществ по исследованию космического пространства (КОСПАР), Международной астронавтической федерации (МАП) и других международных и межправительственных организаций, занимающихся проблемами космоса. Японские исследователи принимают участие в экспериментах на зондирующих ракетах и искусственных спутниках Земли, запускаемых в других странах (в основном США), в обработке телеметрической информации, поступающей с американских космических объектов, в слежении за спутниками. В Японии регулярно проводятся конференции и семинары по проблемам физики верхней атмосферы с участием зарубежных специалистов. Издается на английском языке несколько периодических научных журналов, пользующихся международным авторитетом.

Исследования, проводимые японскими учеными,— серьезный вклад в дело изучения и освоения космического пространства.



НЕОДНОРОДНОСТИ НА ПОВЕРХНОСТИ МАРСА

На Международном симпозиуме, организованном КОСПАРом в Вене, американские ученые из Калифорнийского технологического института сообщили об открытии значительных неоднородностей рельефа планеты Марс. Результаты обработки данных о радиозатмении «Маринера-4» при

прохождении его за Марсом, а также флуктуации в мощности радиосигнала передатчиков межпланетной станции показывают, что район Электра, находящийся в южном полушарии планеты, возвышается примерно на 5000 м над Ацидалийским морем, расположенным в северном полушарии.

Первый перерыв в радиосигнале во время 54-минутного радиозатмения «Маринера» возник, когда радиальное расстояние станции от центра Марса составляло 3384 км. В точке радиовосхода это расстояние равнялось 3379 км. Атмосферное давление на поверхности на севере оказалось 7—10 мбар, а на юге только — 4—7 мбар, что также говорит в пользу гипотезы о разности высот.

«Science News», 89, 1966, 418.

ЗАГАДКА ЮПИТЕРА ОСТАЕТСЯ НЕРАЗГАДАННОЙ

Мы уже писали («Земля и Вселенная», № 3, 1966 г., стр. 33) об удивительном явлении, наблюдавшемся Б. Мюрреем, Р. Уилди и Д. Уэстфолом при измерениях температуры на диске Юпитера. В спектральной области 8—14 мк излучение, приходящее от участка планеты, покрытого тенью спутников Ганимед и Европа, значительно превосходило излучение незатененных областей.

С ноября 1964 г. по апрель 1965 г. Уилди на 5-метровом телескопе Маунт Паломар опять наблюдал прохождение теней от спутников Ио, Европа и Ганимед по диску Юпитера. К своему удивлению, он не обнаружил в течение всего периода наблюдений замеченного ранее сильного увеличения излучения от затененных спутниками участков Юпитера. Уилди считает, что выполненные им наблюдения, как и результаты, ранее полученные во время совместных наблюдений, не вызваны инструментальными ошибками или погрешностями в методике наблюдений. Таким образом, до сих пор загадка Юпитера не разгадана.

«Astrophysical Journal», 144, 3, 1966.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ МЕРКУРИЯ

Доктор Р. Гуд сообщил на конференции Американского физического общества в Миннеаполисе (штат Миннесота) о вычислениях, выполненных с целью определения величины магнитного поля Меркурия. По статистическим данным, которые он представил, напряженность магнитного поля планеты равна 0,008 гс, т. е. в 60 раз меньше, чем магнитное поле Земли.

Вычисления основаны на данных об изменениях в количестве солнечных протонов, поступающих на Землю, в зависимости от местоположения Меркурия. Р. Гуд считает это показателем влияния магнитного поля Меркурия на траектории протонов, извергаемых во время солнечных вспышек.

«Science News», 90, 1966, 24.

МЕТЕОРИТ ПАДАЕТ НА ГОРОД

Это довольно редкое астрономическое событие произошло 24 декабря 1965 г. в 16 часов 15 минут гринвичского времени в английском городке Барвелл (50 км к востоку от Бирмингема).

Болид в виде круглого огненного шара, по яркости сравним с Луной, был замечен примерно в 200 км к югу от городка и двигался на северо-восток под углом 20° к горизонту. В полете он разделился на две части, полет одной из которых и закончился падением метеоритов. После болида оставался непродолжительный пылевой след. Интересно, что в 10 км к востоку одновременно пролетел второй болид, параллельный первому. Не исключено, что он отделился от главного еще в космическом пространстве.

Полет болидов сопровождался грохотом, гулом и ударами, вызванными баллистической ударной волной. Эти явления замечены на территории 50 × 150 км, вытянутой в направлении, приблизительно перпендикулярном траектории. Из некоторых пунктов наблюдатели сообщают о звуках, похожих на гудение и жужжание, которые объясняются электростатическим зарядом, наведенным в окружающих предметах.

Метеорит рассыпался беспорядочным дождем осколков над улицами Барвелла на площади поперечником около 1,5 км. Некоторые куски упали буквально на глазах очевидцев и были подняты еще теплыми. Один из них угодил в окно жилого дома. Прибежавшие на звон разбитого стекла хозяева увидели на полу комнаты камень величиной с кулак. Другой 7-килограммовый экземпляр пробил крышу фабрики, которая в это время была закрыта. Кстати, оказалось, что направление пробойн и лунок в земле сильно отличается от направления полета болида.

Вследствие наступивших рождественских праздников падение метеорита сначала не произвело большого впечатления на местных жителей. Интерес к нему возрос только после того, как Британский музей объявил премию: 1,4 доллара за унцию (28,3 г) метеоритного вещества. Началась энергичная охота за осколками, и наиболее удачливые искатели заработали по 400 дол-

ларов! К апрелю с помощью населения собрали около сотни фрагментов общим весом 46,7 кг. Тем самым был побит рекорд по массе среди английских метеоритов, державшийся с 1628 г. (Барвелл — 21-й метеорит, упавший на территорию Великобритании).

Метеорит Барвелл принадлежит к распространенному типу каменных метеоритов — светлым тонкозернистым хондритам. По цвету и внешнему виду его вещество внутри напоминает бетон. Снаружи метеорит покрыт черной корой плавления. Нетипично лишь то, что кора обнаружена только на немногих гранях обломков; большинство поверхностей является свежими разломами. Некоторые фрагменты, упавшие в нескольких сотнях метров друг от друга, удается сложить в единую массу. Очевидно, метеорит раздробился очень низко, уже потеряв космическую скорость. Как правило, дробление происходит выше 12 км и осколки успевают оплавиться.

Низкое дробление объясняет и отсутствие правильного рассеяния метеоритного дождя, когда осколки выпадают на Землю четким эллипсом, причем крупные в головной его части, а мелкие в хвосте.

На окоренной поверхности метеорита Барвелл заметны сглаженные вмятины — регмаглипты — результат сверлящего действия раскаленного потока воздуха. Величина регмаглиптов зависит от размеров метеорита и составляет приблизительно 0,1 его поперечника. Отсюда удалось оценить, что истинная масса метеорита должна равняться 100 кг. Иными словами, половину метеорита предстоит еще отыскать.

«Nature», 210, 5040, 1966, 983—986.

МЕТЕОРИТ В СЕВЕРНОЙ АРГЕНТИНЕ

Объединенная аргентино-американская экспедиция обнаружила в районе Чако (северная Аргентина) метеорит, весящий более 3 т. По мнению специалистов, найденный метеорит составляет лишь часть значительно большего небесного тела, падение которого произошло около 6 тыс. лет назад. Экспедицию возглавлял профессор Уильям Кессиди из Колумбийского университета (США).

«Science News», 90, 1966, 176.

ФРАНЦУЗСКИЙ АСТРОНОМ В СССР

В своем приветствии журналу «Земля и Вселенная» (см. № 1 за 1965 г., стр. 7) известный французский астроном доктор Одуэн Дольфюс писал о большом вкладе советских ученых за последние годы в области изучения планет и Луны, в частности о радиоастрономических и радиолокационных наблюдениях. Недавно доктор О. Дольфюс посетил СССР. В октябре 1966 г. в Москве он выступил с несколькими докладами о своих исследованиях поляризационных явлений на поверхности Луны и планет. Его первые работы по изучению состава планетных атмосфер относятся к 40-м годам и были выполнены в астрофизическом отделении Парижской обсерватории (в Медоне). Начав с классической методики наземных спектральных наблюдений планет, О. Дольфюс вскоре пришел к мысли о необходимости вынести спектрограф за пределы нижних, наиболее плотных слоев земной атмосферы. Идея использования воздушных шаров для астрономических наблюдений принадлежит основателю Медонской обсерватории Ж. Жансену, который в 1874 г. снабдил аэронавтов, поднявшихся на высоту 7300 м, небольшим спектроскопом с целью изучения изменения с высотой видимости некоторых теллурических линий в солнечном спектре. Эти эксперименты были прекращены почти на 80 лет после того, как во время подъема на высоту около 8000 м двое из трех аэронавтов погибли от удущья. Правда, за этот период состоялся еще один подъем на воздушном шаре. Его осуществил в 1899 г. в Париже русский астроном Г. А. Тихов для наблюдения метеорного дождя Леонид.

Одуэн Дольфюс, пожалуй, единственный из астрономов мира, который имеет звание аэронавта. Под руководством своего отца, аэронавта Шарля Дольфюса, он прошел специальное обучение и тренировки. О. Дольфюс совершил более 50 подъемов в свободную атмосферу на воздухоплавательных аппаратах различной конструкции. Ночью 30 мая 1954 г. начались его смелые эксперименты по подъему на высоту астрономической лаборатории с наблюдателем. Стартовали с террасы Медонской обсерватории. Он совершил несколько подъемов для фотографирования грануляции Солнца, изучения линий водяного пара в спектрах Венеры и Марса, а также других исследований. Рекордным был подъем 22 апреля 1959 г. на высоту 13200 м, проведенный с помощью гирлянды длиной в 450 м, состоявшей из 104 трехметровых баллонов. После этого О. Дольфюс перешел к разработке спе-



О. Дольфюс выступает в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга

Фото Н. Плахова

циальной аппаратуры, которая могла бы автоматически, без присутствия оператора на борту, производить необходимые наблюдения.

Помимо наблюдений с аэростатов О. Дольфюс провел серию спектральных наблюдений с высокогорной обсерватории Юнгфрауйох (3600 м), позволивших ему установить усиление полосы H_2O на волне 1,385 мк. Проблема возможности существования жизни на планетах вступила в новую фазу, когда О. Дольфюсом было доказано существование паров воды в атмосферах Марса и Венеры. Большое значение имели исследования поляризации света Луны и планет, проводившиеся О. Дольфюсом сначала под руководством известного астронома Бернара Лио, а затем самостоятельно, с помощью поляриметров собственных конструкций. За труд по поляриметрии планет в 1955 г. О. Дольфюсу была присуждена степень доктора физических наук.

Во время пребывания в СССР О. Дольфюс, кроме Москвы, посетил Пулковскую обсерваторию, Абастуманскую астрофизическую обсерваторию. АН ГрузССР, Главную астрономическую обсерваторию АН УССР, Крымскую астрофизическую обсерваторию и Алма-Атинский астрофизический институт.

Мы были рады приветствовать у нас выдающегося французского астронома и аэронавта доктора О. Дольфюса. Мы рады новому свидетельству укрепления франко-советских научных связей.

П. Г. КУЛИКОВСКИЙ, доцент

РАССКАЗ ОХОТНИКА ЗА

П.-А. Молэн — французский штурман, оказавшись по делам службы в Японии в сентябре 1959 года, был свидетелем жесточайшего тайфуна Вера. Впечатление было настолько сильным, что Молэн почувствовал призвание к «тайфунологии». Решив «узнать, какие средства может найти человек против смертоносной ярости тайфуна», он стал «охотником за тайфунами» и включился в полную опасности работу специальных эскадрилий. Об одном из его полетов внутри тропического циклона рассказывается в публикуемом ниже отрывке из книги П.-А. Молэна «Охотники за тайфунами», выходящей в издательстве «Мир»*.

Основной источник информации Объединенного центра предупреждения о тайфунах Службы погоды флота, расположенного на острове Гуам (Марианские острова), — летающая сверхкрепость «Метеобойнг-50» № 76 — поднялся в воздух, чтобы исследовать тайфун Руфь, 15-й за 1962 г., и проникнуть в него до самого «глаза».

Мы идем курсом 350°, почти тем же курсом, каким шел последние несколько дней шторм, но на 110 км западнее. Направляемся к намеченной позиции. Шторм находится в районе островов Казан, Ретто (острова Волкана), около 26° с. ш., т. е. в 1400 км севернее Гуама. Нам, следовательно, предстоит дальний полет, прежде чем мы займемся непосредственно своей разведкой. Но я знаю примерь, когда охотникам за тайфунами приходилось — и неоднократно — искать свою «добычу» еще дальше. Дополнительные баки с горючим, заменившие большой груз бомб, позволяют пересечь весь Тихий океан.

Поднимаемся на нашу крейсерскую высоту 3000 м. На этой же высоте мы собираемся атаковать тайфун.

В 6 часов 20 минут по местному времени капитан Матцен, который усадил меня в кресло второго пилота, знаками показывает, что мы вошли в область 30-узловых ветров. Это окраины, «пригороды» тайфуна с длинными хмурыми «улицами».

Наступает рассвет, открывая фантастическое зрелище: правильные полосы облаков протянулись поперек нашего пути (показывая, что мы идем прямо на глаз тайфуна).

Море бушует, но странная аномалия демонстрирует все злобное коварство природы, проявляющееся в тайфуне, — направление крупной зыби не зависит от направления ветра, она может идти даже навстречу ему: эти волны порождены чудовищным

бурлением в центре тайфуна, откуда они расходятся концентрическими кругами.

В 7 часов 15 минут мы достигаем зоны 40-узловых ветров. Капитан Матцен выключает автопилот и переходит на ручное управление. К 7 часам 30 минутам мы пересекаем зону ветра в 50 узлов (92 км/час); он дует с азимута 235° (почти точно с юго-запада). Наш курс все время 305°, примерно на северо-запад.

Капитан Фарм знаками показывает мне, что враг появился на экране радиолокатора. Всей мощью наших моторов мы притягиваем его к экрану (вернее, сами приближаемся к нему). Он медленно выполняется на экран, показывает свои первые спиральные полосы, изогнутые, как лучшие перья в хвосте надменного петуха.

Волнующая встреча с тайфуном! Я повидал много снимков, но на сей раз он живой, и зрелище становится захватывающим. Мне даже кажется, что я слышу гул вращения гигантской массы с радиусом в 300 км: надо сказать, что этой иллюзии способствует непрерывное гудение наших электронных «помощников», сливающееся с рокотом моторов.

Понемногу вся его фигура выплывает на экран, изогнутые полосы становятся все чаще и чаще, словно они сжимаются вокруг глаза ужасного Квазимодо, и вот выныривает он сам, черная дыра на экране, глаз бури, как назвали его испуганные моряки.

Море начинает пениться. Мы в зоне ветра в 60 узлов (110 км/час). Доплеровский радиолокатор — электронный аппарат, который рассчитывает широту и долготу по курсу самолета и по смещению частоты между испускаемым и отраженным электромагнитными импульсами, сообщает наше место: 24° 3 с. ш., 144° в. д.

Мы входим в зону ливней и турбулентности. Радиолокатор измеряет расстояние до первой спирали тайфуна — 90 км. Экипаж готовится: наблюдатели усаживаются так, чтобы было удобнее держаться, прижимают поудобнее подушки на сиденьях, прилаживают все предметы, которые могут быть сброшены со своих мест.

Теперь мы уже не увидим, в каком состоянии находится море, пока оно не возникнет перед нами во всем своем трагическом величии. Мы летим в серой водяной ночи, после которой, кажется, никогда не наступит день. Капли воды, или, вернее, ведра, бочки воды становятся невидимыми из-за скорости, с которой они летят нам навстречу, и все же совершенно заслоняют от взора крылья. Можно даже усомниться, поддерживают ли нас законы аэродинамики или закон Архимеда, летим ли мы или плывем.

Но иногда даже полезно не видеть концов крыльев. В моменты перегрузки они изгибаются, и это выглядит не очень ободрающе (вообще-то перед вылетом лучше не читать отчетов о состоянии материальной части после некоторых полетов).

Мы продолжаем углубляться в циклон. Между ним и самолетом происходит какое-то взаимодействие, обмен толчками, напряженная борьба, которая

* Окончание. Начало см. «Земля и Вселенная», № 6, 1966 г.

ТАЙФУНАМИ

ПЬЕР-АНДРЕ МОЛЕН

сопровождается не криками, а чем-то вроде непрерывного пения.

Быть может, самолет не переламывается только потому, что у него не хватает времени согнуться в одну сторону до того, как его перегибает в другую. Все молчат, у всех хватает дела и без того, чтобы обмениваться мыслями: они слушают, они взволнованно прислушиваются, как ведет себя набор шпангоутов самолета. Они буквально выслушивают его, как врачи.

Я понимаю, зачем нужны те двое в хвостовой части самолета, которые наблюдают за крыльями, проверяя, не сдает ли где-нибудь обшивка, в порядке ли элероны, прочно ли держатся моторы, не появилась ли где-нибудь утечка горючего — верный признак внутренней поломки, — а кроме того, не попал ли в пропеллер парашютный зонд, один из тех, которые самолет сбрасывает в тайфуне для выполнения измерений.

Любая значительная поломка означает, несомненно, гибельное падение, но если ее заметить вовремя, еще будет возможность повернуть назад, бежать из тайфуна, послать сигнал SOS, опуститься на парашютах или посадить самолет в зоне спокойного моря и ждать спасательного самолета или корабля с Гуама, Йокоты или Окинавы.

Мы находимся в зоне максимальных ветров, в зоне конвергенции, сходимости воздушных потоков, где скомканные, косые, сдавленные ветры рвутся к гигантской яме депрессии и не могут преодолеть таинственную границу стены.

И вдруг, когда кажется, что «Боинг» захвачен последним взрывом безумия стихий, наступает внезапная тишина.

Здесь спокойно плавают небольшие облака. Самолет словно переходит на планирующий полет.

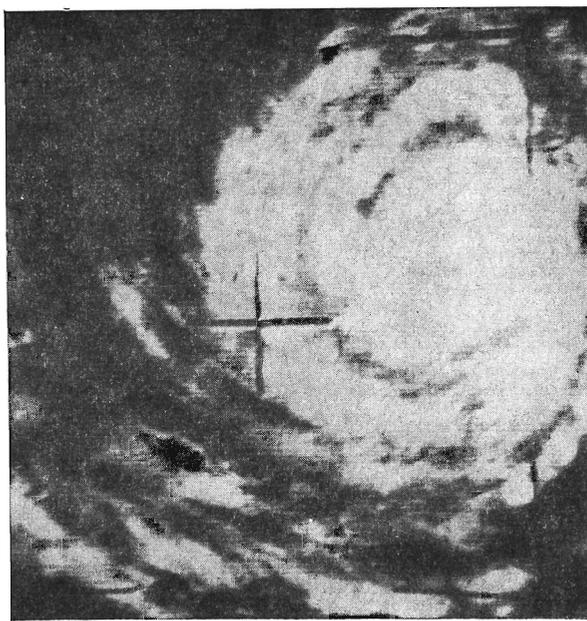
Это — глаз.

В еще сером свете дня он виден плохо, форма его кажется нечетливой, и заполняющие его перистые облака лишь изредка позволяют увидеть внизу беснующеся, зеленоватое, вздыбленное и вспененное море, но, даже и не видя, его можно опознать по температуре и давлению.

Здесь зона самого низкого давления во всей системе, и именно поэтому массы воздуха устремляются к центру, а температура самая высокая, потому что притягиваемые сюда гигантские количества влажного воздуха отдают здесь все свое тропическое тепло, вызывая восходящие потоки, которые, в свою очередь, еще понижают атмосферное давление, что приводит к притягиванию новых масс влажного воздуха.

Дьявольский цикл тропического циклона!

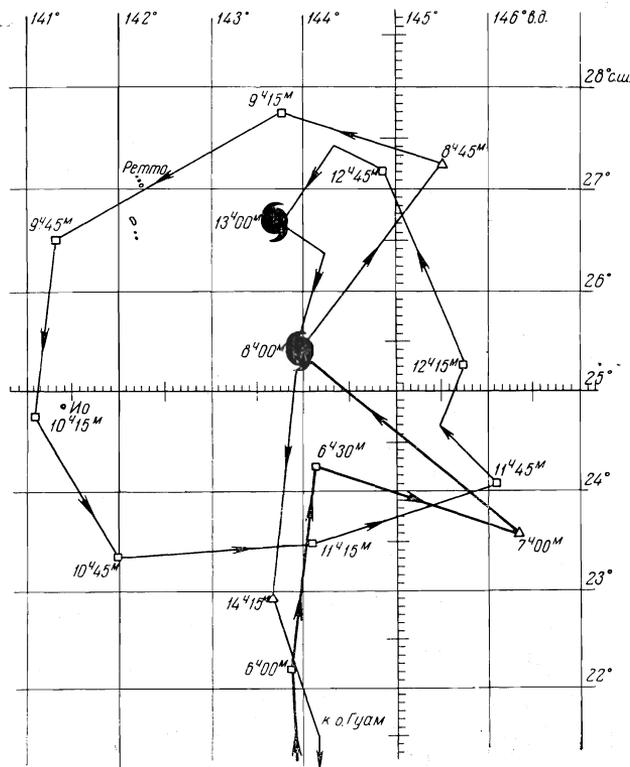
В центральном очаге температура поднимается настолько, что приходят на память жгучие ветры песчаной пустыни, — и это показывает, какое чудовищное количество тепла приносится сюда. По сравнению с окружающей областью она нередко повышается вдвое — так и кажется, что воочию видишь механизм самой древней в мире паровой



Нетрудно спутать... Вверху — тайфун Руфь (снимок сделан американским метеорологическим спутником «Тирос»). Внизу — спиральная галактика М 51 в созвездии Гончих Псов

машины. На высоте 3000 м, на уровне вечных снегов, полет иногда протекает при температуре в 25—30° (можно не добавлять — «в тени»).

Что же касается давления, то уровень в 700 мб, теоретически соответствующий высоте полета при-



Разведывательный полет, совершенный автором 17 августа 1962 г. в тайфун Рубь. Жирная линия — первое проникновение в центр тайфуна, тонкая линия — второе проникновение и облет тайфуна. Часы указаны по местному гуамскому времени. Два символа вихря показывают расстояние, пройденное Рубью за 5 часов в направлении Токно и Июкогамы. Размеры «глаза» — примерно три малых деления на сетке

мерно 3000 м, может опуститься здесь так низко, что самолет, идущий по альтиметру, отрегулированному для обычной атмосферы, оказался бы на 900, 1000, 1200 м ниже, чем показывает прибор (1230 м для давления в 700 мб в тайфуне Нэнси).

Это — пропасть, бездна в атмосфере, куда, словно на призыв пророка, устремляются фантастические орды миллионов кубометров воздуха, снедаемые нетерпением и головокружением, отягченные жарой, завывающие и кружащиеся, поднимающие океан в волнах и пене, словно дорожную пыль, рвущиеся вперед, отбрасываемые назад, сталкивающиеся с другими толпами, охваченными тем же мистическим безумием Материи.

И бортметеоролог, сидя за своим плексигласовым столом, измеряет глубину этой пропасти, наклон этого ската, который более или менее круто обрывается вниз, с помощью двух барометрических альтиметров, дающих условную высоту, и двух ра-

диоальтиметров, которые показывают истинную высоту полета.

Эта большая или меньшая крутизна склона, которая называется градиентом давления и является одним из основных элементов для оценки силы тайфуна.

— Назад в шторм, — говорит капитан Матцен. Чтобы выйти из него, надо в него вернуться: такова особая логика тайфуна.

Мы уже сбросили зонд и получили от него сведения. Бортметеоролог закончил свои наблюдения: температура — сухой и влажный термометры, точка росы*, высота по давлению и по радиоизмерениям, ветер у поверхности моря, скорость ветра в глазе циклона. Капитан Фарм и лейтенант Хайяси определили координаты глаза тайфуна. Все эти сведения закодированы и уже начинается их передача по всему Тихому океану. Теперь нужно снова пересечь стену, эту таинственную границу, за которой в мгновение ока попадешь из спокойной гавани в неустойчивую бурю.

Все приготовились. Через мгновение мы уже в стене, мы пронизываем ее, и опять начинаются грубые, внезапные толчки. Но при выходе из тайфуна хорошо уже то, что чем дальше, тем становится легче.

Вылетев из центра курсом на северо-восток, мы начинаем обходить тайфун по зоне 60-узловых ветров, чтобы провести измерения в различных его секторах и закончить портрет чудовища, разгадав его скрытые тайны.

Обычно самолет-разведчик во время полета внутри тайфуна сбрасывает пять зондов, распределяя их по всем его секторам; такой зонд представляет собой радиозонд на парашюте, сбрасываемый через герметический тамбур. Можно видеть, как он падает, вертясь в вихрях, и это дает вам представление о вашем собственном триумфальном спуске в случае вынужденной эвакуации экипажа. Вспомогательный парашют раскрывает главный, и через 6 секунд начинают работать автоматические измерительные приборы и радиопередатчик. Спуск с высоты нашего полета длится пять — шесть минут, и храбрый маленький аппарат старается использовать свои последние секунды как можно лучше. Он может измерять атмосферное давление от 1060 до 50 мб, температуру от +60 до -90° С и относительную влажность от 10 до 100%.

Полученные данные передаются на самолет радиопередатчиком. Все эти сведения записываются на ленту, а ответственный за зонды переводит их в цифровой метеокод и передает радистам для широкого вещания.

Когда сообщение полностью проверено, оно передается на пост радиовещания базы — чаще всего Объединенного центра предупреждения о тайфунах. Этот пост оповещает всех военных и гражданских клиентов. Объединенный центр предупреждения о тайфунах присоединяет к этому сообщению свою собственную информацию, главным образом разработанные им прогнозы пути тайфуна.

* Точка росы — это температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы содержащиеся в нем пары воды начали конденсироваться. Именно при этой температуре образуются капельки росы на траве, чем и объясняется ее название. Это понятие, весьма полезное для предсказания туманов, исключительно важно для изучения поведения тайфунов и их ливневых дождей.

Самолет передает свои сообщения примерно каждые полчаса.

Между моментом наблюдения и получением сведений клиентами проходит обычно не более четверти часа. Максимум — полчаса.

Все основные характеристики тайфуна, бродящего в тысяче километров от всех берегов, почти в ту же минуту, как их получают охотники за тайфунами, становятся известными на Гуаме, в Токио, в Осаке, в Нагасаки, в Маниле, в Гонконге, на Окинаве — всюду сообщаются точные координаты циклона, его ожидаемый путь, его развитие, ветер в разных секторах, районы, подверженные опасности ветрового нагона воды или наводнений из-заливней.

И поскольку для спасения можно сделать только одно — своевременно поднять тревогу, понятна вся важность роли охотников за тайфунами и их трех вопросов о каждом тайфуне:

— Где он? Какова его сила? Куда он движется?

В 23 часа 15 минут по гринвичскому времени мы все еще в тайфуне, в его северной части; мы идем по его внешней границе, поворачиваем на юго-запад, потом на юг. Мы собираемся через несколько часов вновь атаковать его, на сей раз с другой стороны. Тайфун не атакуют в лоб. Для атаки учитывают особенности его структуры и — во всех случаях — сведения, полученные с помощью радиолокации, чтобы прорваться в самом слабом месте.

Наконец, мы выходим из тайфуна. Солнце, наступающее солнце открытого океана, светит на нас и на морские просторы.

Около 11 часов по местному времени мы пролетаем над двумя пароходами, один из которых, видимо, идет на Филиппины или в Гонконг, а другой — к островам центральной части Тихого океана. Оба они избежали уничтожения, несомненно, благодаря Обьединенному центру предупреждения о тайфунах. Я думаю, что при звуке наших моторов многие люди на палубах задирают голову, спрашивая: «Что это за сумасшедшие летят из тайфуна?».

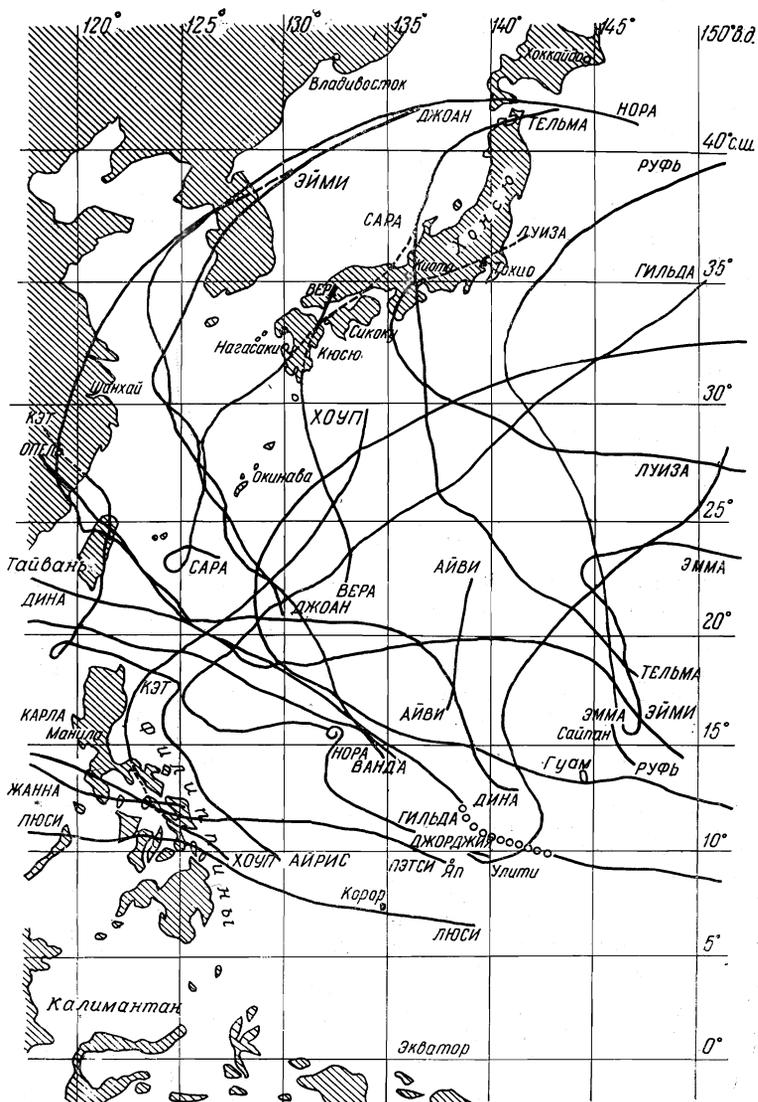
В 11 часов 15 минут по местному времени (во Франции стоит сейчас глухая ночь) мы опять поворачиваем на восток, слегка склоняясь к северу, и начинаем готовиться ко второму проникновению. Тайфун, плохо видимый в серых сумерках утра, находится слева от нас, и мы можем его спокойно рассматривать.

Не следует думать, что он четко ограничен, что он выглядит как вертящийся и растирающий землю в порошок мельничный

жернов или как вращающаяся колонна. У него нет отчетливой формы: это масса со смутными очертаниями, нечто вроде Гималаев, но Гималаев курящихся и вдвое выше Джомолунгмы — самой высокой вершины мира (и с кратером в центре, которого никогда не сможет забыть тот, кто видел его хотя бы один раз).

Мы входим в правый передний квадрант тайфуна, в самый опасный его сектор.

Опять начинается сражение, еще более ожесточенное, чем в первый раз. Мы в самой страшной зоне. Не только не существует двух похожих тайфунов, но и один и тот же тайфун все время меняется.



Пути тайфунов в западной части Тихого океана за сезон 1962 г.

По мере того, как мы приближаемся к глазу, сила сотрясений все возрастает. Они становятся почти непрерывными, самолет вибрирует, от внезапного рыжка вам кажется, что у вас срываются с места сердце и желудок и что кровь хлещет по всем внутренним органам.

Чудится, что самолет не вертится, как падающий лист бумаги, только благодаря четырем гироскопам, образованным вращающимися системами моторов и винтов, которые поддерживают наше положение своими четырьмя устойчивыми осями, вонзающимися в этот кувыркающийся мир...

Последняя серия самых сильных толчков, и внезапно гул наших четырех моторов возникает из тишины; плексигласовые окна светлеют, как в самый яркий солнечный день. Этот свет выглядит невероятным после мира, из которого солнце, казалось, было изгнано навсегда и в котором мы пробивались вверх по какой-то горизонтальной Ниагаре, хлеставшей по нашим тусклым, поблекшим, неузнаваемым, словно програвленным кислотой крыльям. Мы во второй раз оказываемся в глазе тайфуна, в его центре.

По глаз уже не такой, как раньше: он стал шире, и облака, тихо плававшие в нем, исчезли.

Перед нами предстает самое величественное, самое волнующее явление, какое только создавала когда-либо природа. Все, кто побывал в глазе тайфуна, возвращаются оттуда со смешанным чувством восхищения и ужаса, для описания которого

не хватает слов. За гулом винтов мы слышим, или, вернее, угадываем тишину, такую неожиданную и драматическую, что, по словам одного моряка, предпочитаешь снова услышать рев взбесившихся стихий.

Вокруг тянется знаменитая Стена, зубчатая крепость, которую словно возвели в спешке, чтобы сделать нас пленниками этой полной магического очарования страны.

Мы летим на высоте 3000 м в колодце диаметром 22 км, в котором плавают несколько перистых облаков, мирных, как игрушки. Стенки этого колодца образует недвижная буря — удерживаемые таинственным приказом, невидимой границей кипящие облака, охваченные жесточайшими конвульсиями. Они похожи на диких зверей в клетке на арене цирка, повинующихся гипнозу укротителя. Они словно ждут нас, подстерегают на концах той восьмерки, которую мы описываем перед ними, поворачивая то вправо, то влево. Когда самолет кренится на виражах, наши глаза поднимаются к верхушке стены, к выходу из этого колодца в 15 000 м над нами. И перед нашими удивленными взорами развертываются эти кипящие 15-километровые стены, эта гигантская бездна, это круглое отверстие, которое и заставило назвать все явление глазом тайфуна.

Над этим кратером (о таком мечтают все геологи, исследующие земную кору!) видно голубое небо, лазурное небо летнего пляжа, напоминающее



НОВАЯ ЛОДКА ПИККАРА

Новая подводная лодка, предназначенная для океанографических исследований, спроектирована известным швейцарским инженером и исследователем Жаком Пиккаром. Она будет обладать полной вертикальной стабильностью, то есть будет способна в продолжение нескольких недель дрейфовать на заданной постоянной глубине, не расходуя энергию на работу двигателя и не создавая шумов.

Строительство, которое ведется главным образом в Швейцарии, предполагается завершить в начале 1967 г. Практическое использование судна начнется летом того же года. Экипаж в составе 5 человек во главе с Пиккаром совершит с целью исследования Гольфстрима 5—6-недельное плавание в Атлантике на глубине от 100 до 400 м. Течение Гольфстрима будет нести судно со скоростью 36—48 морских миль в сутки.

За это время ученые предполагают произвести измерения солености, температуры, интенсивности света и других физических и химических характеристик подповерхностных слоев океанических вод, а также изучить экологию и распределение рыбных масс, морских млекопитающих, планктона и других животных и растений.

«Science News», 89, 1966, 475.

ОБЩАЯ МАССА АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

Итальянский ученый Франко Верниани, работающий в Смитсоновской астрофизической обсерватории, выполнил вычисление общей массы атмосферы Земли. По его подсчетам, она составляет $5136 \cdot 10^{21}$ г.

Приблизительная оценка общей массы атмосферы получается пу-

тем учета среднего барометрического давления на уровне моря, площади поверхности планеты и ускорения силы тяжести. Однако более точное определение требует введения многих поправок, в частности, на вариации плотности воздуха с высотой.

Названная Верниани величина, по его мнению, определена с точностью до десятой доли процента. Он также считает, что половина общей массы атмосферы содержится в нижнем ее слое толщиной 6 км и что вся она составляет около одной миллионной доли массы нашей планеты в целом.

«Science News», 89, 1966, 473.

ПРОЕКТ ВСЕМИРНОЙ СИСТЕМЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Американский ученый Пол Бок, член Национального комитета США по Международному гидрологическому десятилетию, начав-

о радости и отдыхе, и животворное солнце, бросающее свои лучи почти вертикально в пропасть.

Сияющие в своем неподвижном бушевании, каскады бури вокруг нас словно удерживаются от падения чудовищным неизмеримым усилием, стенки колодца трепещут под лучами солнца, которое, кажется, растопляет их и одновременно удерживает, показывая весь ужас падения.

Какая трагическая ирония! Это солнце, которое струит здесь свои лучи, рассыпая манну небесную радости и покоя, светит только тем, кто попал в почти безнадежное положение, кто был вовлечен в глаз тайфуна, которого следует избегать любой ценой.

И не только ирония, но и цинизм, ибо именно солнце вздымает волны, повергающие в панику моряков и прибрежных жителей, волны, навсегда остающиеся в памяти тех, кому удалось от них спастись, те гигантские противоестественные волны, которые, вырвавшись из-под мрачного потолка туч, появляются здесь, в сиянии солнечного света, такие огромные, что даже отсюда, с высоты 3000 м, на них страшно смотреть. Они столь велики, что их существование кажется невозможным — высота их достигает 25—30 м (восьмизэтажный дом), — и по их заднему склону скатываются потоки пены в сотни метров длиной, словно адекий плащ, демонстрирующий всю их мощь; эти волны, несомненно, са-

мое ужасное и самое смертоносное порождение тайфуна.

— Назад в шторм.

Сделаны последние наблюдения и последние измерения, которые сейчас лягут на столы прогнозистов, направят движение их мягких карандашей по целлулоиду, заставят стучать телетайпы и счетные машины всего мира и положат на карты роковой знак, изображающий вращение.

Мы снова пронизываем стену и возвращаемся в мир белой ночи и бешеных толчков и скачков.

Мы окончательно покидаем тайфун Рурф курсом на юг и возвращаемся в атмосфере обычного полета.

И вот, после многих часов в воздухе, мы снова приземляемся.

Гуам мирно покоится в тысячецветных золотых сумерках. В этот вечер он чувствует себя счастливым — Гуам, которому через несколько недель предстоит быть опустошенным тайфуном Карен.

Майор Фране ждет меня в своем автомобиле, чтобы отвезти в офицерскую столовую. Он поздравляет меня, и мы почти обнимаемся — он кладет мне руку на плечо. Я чувствую, что между нами возникла новая близость, присоединившаяся к прежнему профессиональному взаимопониманию штурманов. Теперь мы связаны новыми узами.

Я был там.

Как и они.



шумя 1 января 1965 г., на заседании Международного комитета по водным ресурсам внес предложение о создании Всемирной системы гидрологической информации. Данные об испарении, уровне воды в реках и озерах, расходе воды, подземных водах, влаге в почве, снежном покрове, температуре, содержании солей в эстуариях (устьях рек.— *Ред.*) должны собираться сетью станций и направляться через искусственный спутник Земли или другими средствами срочной связи в специально созданный единый вычислительный центр. После анализа и обработки данные будут рассылаться отсюда по всему миру.

«Science News», 89, 1966, 207.

ЛАЗЕРЫ В ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ

В районе разлома земной коры Сан-Андреас (Калифорния) проводятся опыты по применению

системы лазерного дальномера («Geodetic Laser Survey System», сокращенно — «GLASS project») для определения сдвигов земной коры геодезическими методами.

Предполагают, что усиленный пульсирующий световой луч, направленный через зону активного разлома, позволит осуществить непрерывное наблюдение и изучение напряжений и сдвигов в земной коре.

Такие измерения могут производиться при расстояниях до 20 км с точностью, достижимой с помощью наиболее совершенных из современных приборов обычного типа. Это, как полагают, позволит в будущем усовершенствовать прогноз землетрясений.

Доклад об этих работах был сделан Р. Фоулером, В. Кастелано и Р. Хофманном на ежегодной конференции Американского геофизического союза в Вашингтоне.

«Science News», 89, 1966, 349.

ОСТАТОК СВЕРХНОВОЙ В СКОРПИОНЕ

В созвездии Скорпиона обнаружена газовая туманность размером около 10 световых лет, которая, возможно, является остатком Сверхновой звезды.

Вблизи туманности расположен радиосточник СТВ-35, что подтверждает взрывное происхождение туманности. Масса газа, выброшенного при взрыве звезды, составляет несколько масс Солнца.

Сверхновые звезды такого типа вспыхивают в Галактике в среднем раз в сто лет.

В древних китайских летописях говорится, что в 1203 г. приблизительно в том месте, где находится туманность, появилась «звезда-гостья», такая же яркая, как Сатурн.

«Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands», 18, 1966, 296.

Василий Васильевич Попов

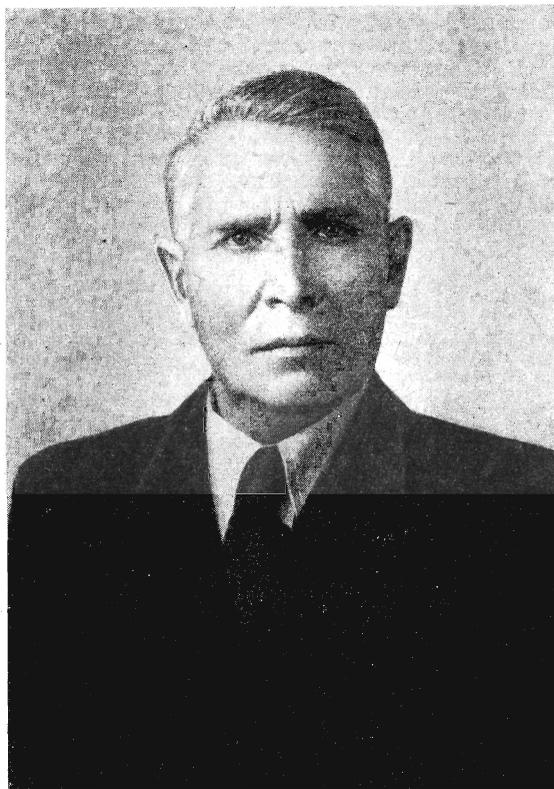
(К 80-летию со дня рождения)

Ученые нашей страны внесли большой вклад в развитие наук о Земле и Вселенной. Велики их заслуги и в геодезии. В числе выдающихся геодезистов насчитывается немало имен русских и советских ученых и среди них одно из первых мест занимает имя Василия Васильевича Попова.

В. В. Попов родился 26 января 1887 г. в семье крестьянина Рязанской губернии. В 1906 г. он окончил Пензенское землемерное училище и поступил в Московский межевой институт (ныне Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии), после окончания которого целиком посвятил себя геодезической науке.

Свою научную и педагогическую деятельность молодой ученый начал в 1912 г. в Пензенском землемерном училище. Однако война 1914 г. заставила его прервать эту работу, и он вновь вернулся к ней только после демобилизации из армии в 1918 г. В 1924 г. В. В. Попов назначается профессором геодезии Днепропетровского землеустроительного техникума, пользовавшегося в то время правами вуза, а в январе 1928 г. он был избран по конкурсу профессором Белорусской сельскохозяйственной академии. С тех пор вся многогранная деятельность ученого была связана с Белоруссией.

Во время Великой Отечественной войны, находясь в эвакуации в Сибири, В. В. Попов много сил и энергии отдавал подготовке инженеров-геодезистов, не порывая творческой связи с Академией наук БССР. Возвратившись в Минск, он руководил кафедрами геодезии в Лесотехническом и Политехническом институтах, в восстановлении которых принимал активное участие. С большим педаго-



В. В. Попов (1887—1955)

гическим мастерством В. В. Попов передавал глубокие теоретические знания и богатейший практический опыт своим многочисленным ученикам. Им подготовлено около 30 кандидатов и докторов наук, успешно развивающих геодезическую науку в нашей стране.

Деятельность ученого, отличавшегося большой целеустремленностью и настойчивостью, развивалась в разных областях геодезии, и в каждую из них он внес ценный вклад. В. В. Попов консультировал, возглавлял и лично выполнял ответственные геодезические работы. На территории БССР, а затем в средней полосе РСФСР, он заменил дорогостоящий для этих мест метод геодезических измерений — триангуляцию (рис. 1, а) другим, более доступным здесь методом — полигонометрией (рис. 1, б). Оба эти метода применяются для определения координат опорных пунктов на поверхности Земли — геодезических точек, необходимых при топографических съемках, планировке населенных мест, строительстве инженерных сооружений, всевозможных изысканиях и т. п. Будучи большим специалистом по городским съемкам, В. В. Попов руководил этими работами почти во всех крупных городах Белоруссии, а также в Архангельске и Северодвинске. Разработав для Севера нашей страны методы создания геодезической опорной сети, он сам и осуществил ее на огромной территории между Северной Двиной и Онегой.

Производственная деятельность В. В. Попова завершилась опубликованием ряда значительных работ научного и производственного характера.

В 1934 г. на страницах журнала «Геодезист» В. В. Попов выступил с небольшой статьей «О допустимой изломанности базисов и траверсов». В ней он доказал возможность измерения при триангуляции ломаных базисов для последующего косвенного определения «прямого базиса» в виде замыкающей (рис. 2). Это важно в тех случаях, когда непосредственное измерение прямого базиса невозможно или очень затруднено (в лесистой местности, в населенных пунктах).

Та же идея — замена ломаного хода замыкающей — с еще большим эффектом использована ученым применительно к траверсам (полигонометрия с длинными сторонами, определяемыми косвенно). Василий Васильевич выдвинул смелую, проверенную на опыте идею об откате от триангуляции, как единственно точного метода геометрического излучения поверхности Земли, и об использовании в качестве равноправного с ним метода полигонометрии.

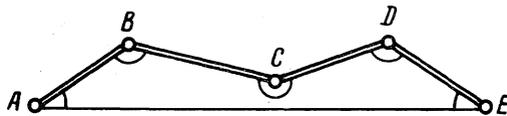
При решении вопроса, связанного с развитием науки и техники, очень важно пра-

Рис. 1. Схема звена: а — триангуляции, б — полигонометрии. Триангуляция — система треугольников, в которых измеряются весьма точно несколько сторон — базисов (mn) и все углы. Полигонометрический и h и h ход — ломаная линия, в которой измерены длины всех отрезков и величины углов поворота

вильно предугадать перспективу, наметить наиболее целесообразное направление в поисках решения. Во второй четверти XX века в геодезии возник вопрос: по какому направлению должны развиваться топографо-геодезические съемки? В дореволюционной России основным методом получения карт и планов была так называемая мензуральная съемка местности, в которой используются лишь наземные топографические способы. В 1925 г. вышла в свет книга профессора Н. Г. Келля, в которой изложена теоретическая основа разработки нового метода — аэрофотосъемки. В. В. Попов сразу же стал на сторону передовых ученых и производственников своего времени, правильно предугадавших, что небольшому «ростку» аэрофотосъемки суждено стать новым важным направлением топографо-геодезических работ. В 1947 г. был опубликован труд В. В. Попова «К вопросу о привязке аэроснимков к геодезической опорной сети».

Математическая обработка результатов

Рис. 2. Схема ломаного базиса. AB, BC, \dots — непосредственно измеренные стороны хода; AE — определяемый базис



геодезических измерений ныне ведется в соответствии с методом наименьших квадратов, изобретение которого на пороге XIX века связано с именами выдающихся математиков К. Ф. Гаусса и А. Лежандра. В тот период, когда В. В. Попов вступил на геодезическое поприще, этот метод еще не применялся в наиболее массовых работах по геодезии в нашей стране. Не было практически простого способа, доступного любому инженеру и технику, для обработки сравнительно несложных геодезических сетей.

Разработке метода наименьших квадратов Василий Васильевич посвятил многие годы жизни и изложил его в своей монографии «Увязка полигонов». Она вышла в свет первым изданием в 1928 г. и неоднократно переиздавалась (8-е издание — в 1954 г.).

Одним из важных разделов геодезии считают сфероидическую геодезию. Геодезическая линия, предложенная в 1743 г. знаменитым французским математиком А. К. Клеро, завоевала всеобщее признание. Содержанием сфероидической геодезии стало установление зависимости между углами и сторонами сфероидического треугольника, образованного на поверхности эллипсоида вращения геодезическими линиями. С течением времени появилась потребность в решении геодезических задач на большие расстояния и при этом возникли неудобства, поскольку фактически измеренные углы на поверхности эллипсоида вращения являются углами между нормальными сечениями, а не между геодезическими линиями.

Хотя у В. В. Попова нет печатных работ по сфероидической геодезии, но он глубоко интересовался этими вопросами. Достаточно сказать, что он руководил кандидатскими диссертациями геодезистов А. В. Буткевича и А. А. Визгина, а также консультировал других геодезистов, занимавшихся решением главных геодезических задач на большие расстояния. В 1954 г. один из авторов настоящей статьи, В. Н. Ганьшин, направил Василию Васильевичу свою рукопись, в которой главные геодезические задачи трактовались как установление зависимости между геодезическими координатами двух точек поверхности эллипсоида и двумя элементами этой поверхности. В качестве таких элементов предлагались азимут нормального сечения и хорда, или угол ее понижения. В ответе Василий Васильевич писал:

«Передача координат по прямому нормальному сечению мне тоже представляется более естественной и целесообразной, чем передача по геодезической линии. Мне не совсем ясно, однако, каким образом можно вообще обойтись без геодезической линии (или другой линии, вполне определяемой двумя точками на поверхности сфероида). Какие именно углы, азимуты и длины линий будут помещаться в каталогах триангуляции из больших треугольников при наличии двойственности нормальных сечений?» Этот пример показывает широту научного кругозора В. В. Попова.

Все научные труды В. В. Попова можно разделить на две большие группы: во-первых, построение геодезических сетей и организация работ и, во-вторых, уравнивание и техника вычислений. По каждому из этих направлений ученый создал свою школу, воспитал последователей.

Много сил и энергии отдавал Василий Васильевич общественной деятельности. Он активно участвовал в работе Всесоюзного астрономо-геодезического общества, был организатором и делегатом различных съездов и конференций союзного и республиканского значения.

Разносторонняя научная деятельность талантливого ученого В. В. Попова, обогатившая геодезию, была высоко оценена в нашей стране. В 1940 г. он был избран членом-корреспондентом, в 1950 г. — академиком, а затем в течение нескольких лет был академиком-секретарем Отделения физико-математических и технических наук Академии наук БССР. На этом ответственном посту особенно широко проявились его талант и большие организаторские способности.

В 1954 г. Верховный Совет БССР присвоил В. В. Попову звание заслуженного деятеля науки и техники. Он был награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, а также другими орденами и медалями. 29 ноября 1955 г. смерть прервала полную сил и энергии жизнь ученого.

В. В. Попову по праву принадлежит почетное место среди крупнейших ученых-геодезистов нашей страны.

В. Н. ГАНЬШИН,
профессор
М. В. ДОРОШЕВИЧ,
профессор
Л. С. ХРЕНОВ,
профессор



Рис. 14. Большое Магелланово Облако (к статье Р. А. Сюняева)

1 Å

0

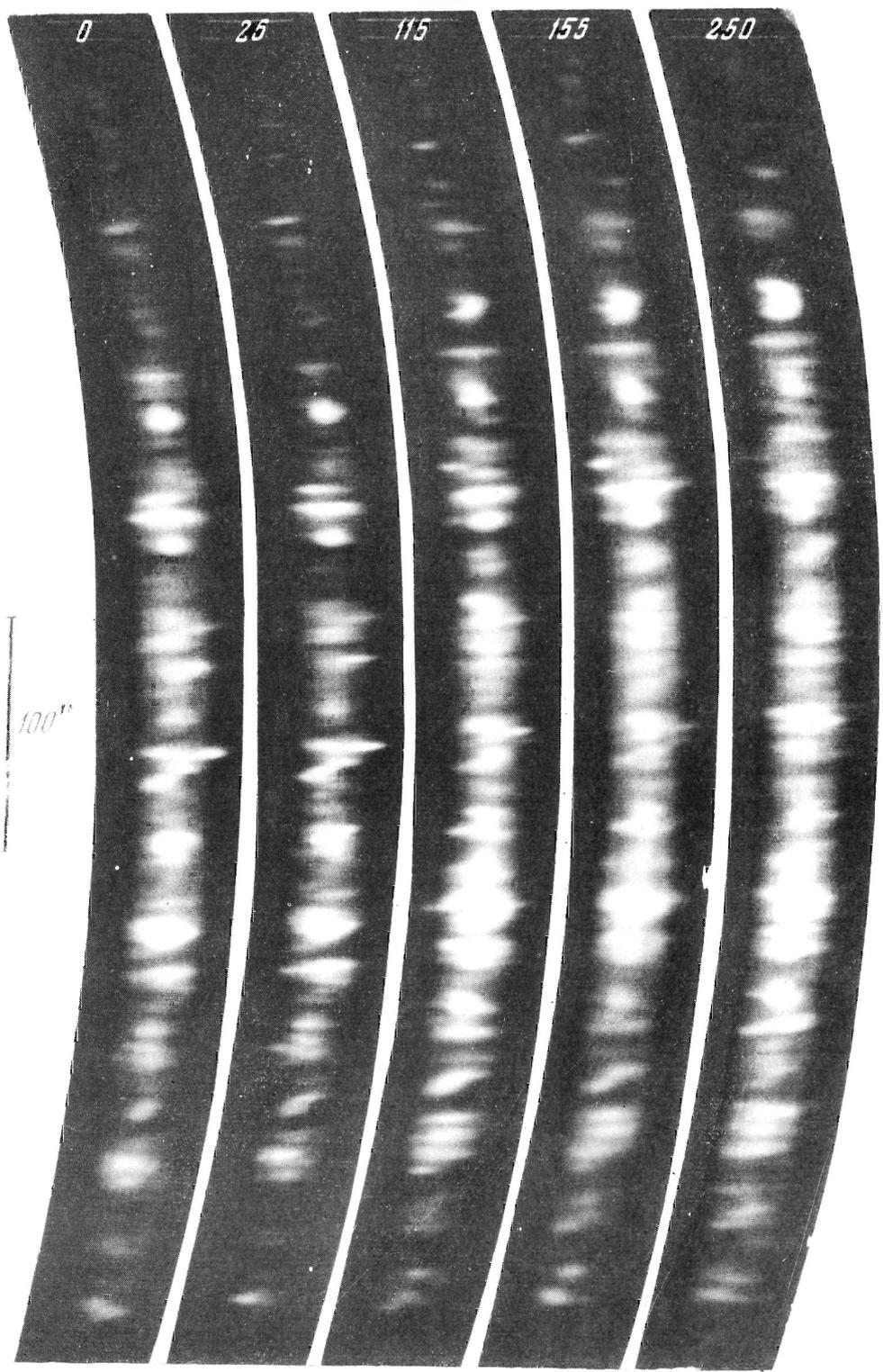
25

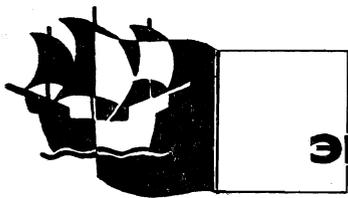
115

155

250

100''





ЭКСПЕДИЦИИ

Кольцеобразное затмение Солнца 20 мая 1966 года

Г. М. НИКОЛЬСКИЙ,
доктор физико-математических наук

Роль Луны не ограничивается ее сиянием ночью или, скажем, океаническими приливными эффектами. Луна значительно ускорила развитие наших знаний в области физики Солнца, важного раздела астрономии.

В некоторые периоды времени видимые угловые размеры Луны

больше углового диаметра Солнца. Это счастливое обстоятельство сделало возможным изучение внешней протяженной части солнечной атмосферы — короны, свечение которой в миллионы раз более слабое, чем сияние солнечного диска, обычно не видимо на фоне яркого дневного неба. Коро-

на «вспыхивает» во время полного солнечного затмения на сильно темнеющем небе, когда ослепительный диск Солнца закрыт Луной. В короткой заметке невозможно рассказать о методах внезатменных наблюдений солнечной короны, разработанных в последние два-три десятилетия. Достаточно отметить, что внезатменные методы не представляют исследователю всех тех возможностей, которые дают кратковременные явления полных солнечных затмений.

Затмения Солнца происходят довольно часто: в среднем за десятилетие — 24 раза. Тем не менее полное солнечное затмение — явление довольно редкое. Лишь около $\frac{1}{3}$ всех солнечных затмений могут быть полными, для этого необходимо, чтобы диск Луны был больше солнечного диска и линия, соединяющая центры Луны и Солнца, пересекала земную поверхность. Полные затмения видимы в узкой полосе шириной в 100—200 км, причем эта полоса меняет свою форму и положение на поверхности Земли от затмения к затмению. В одном и том же географическом пункте полные солнечные затмения могут наблюдаться примерно раз в 300 лет. Продолжительность полной фазы затмения чаще всего



Н₂-СПИКУЛЫ НА ВЫСОТЕ 6000 км НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ СОЛНЦА

В течение 8 минут на внезатменном коронографе Института земного магнетизма и распространения радиоволн АН СССР Г. М. Никольским, М. А. Лившицем и Н. С. Шиловой было получено в линии Н₂ 26 спектрограмм основных деталей хромосфер — спикул. Для исследования изменения спикул фотографирование производилось на одной и той же высоте (5000—6000 км) с интервалами между снимками около 20 секунд. Наблюдатели имели возможность видеть фотографируемый участок спектра, выбирать наиболее благоприятные моменты для экспо-

зиции и осуществлять контроль высоты. Масштаб изображения на пленке: $R_{\odot} = 32 \text{ мм}$ ($30''$ в 1 мм), дисперсия $1,92 \text{ \AA/мм}$. Масштаб на приведенных фотографиях: 1 мм соответствует $2'',2$. Изучение этих снимков показало, что лучевая скорость спикул изменяет знак за время их жизни. Некоторые спикулы обнаруживают дублетную структуру. Подробный анализ полученных фотографий содержится в статье Г. М. Никольского и А. А. Сазонова, опубликованной в «Астрономическом журнале» (43, 5, 1966, 928—935).

1—2 минуты и редко достигает 7 минут. Последнее затмение с продолжительностью полной фазы 7,2 минуты было 20 июня 1955 г. [Цейлон, Филиппины], а следующее будет 30 июня 1973 г. [Африка, Атлантика].

Для наблюдения затмения подготавливается специальная часто довольно громоздкая аппаратура, позволяющая решить определенную задачу в течение короткого времени наблюдений. Прибыв на место наблюдений, исследователь, как правило, тратит около месяца на установку и подготовку аппаратуры. Затем он ждет. Затмение произойдет обязательно, оно лишь может наступить на несколько секунд раньше или позже по сравнению с расчетным временем [такое расхождение вполне допустимо в рамках современной теории движения Луны, основанной на наблюдениях]. Но, если во время затмения облака закроют Солнце, наблюдателей постигнет неудача. Впрочем, это страшно только для оптических наблюдений, и совсем не опасно для радиоастрономических исследований [если только наблюдения не ведутся в миллиметровом диапазоне длин волн, где поглощение параами воды существенно]. Можно, конечно, подняться на самолете выше облаков, но тогда придется ограничиться задачами, не требующими высокой стабильности и точности положения изображения или световых лучей внутри прибора. Итак, пасмурно — наблюдения не удалась. Вы горько сожалеете о затраченном времени, сетуете на судьбу и зарекаетесь ехать на затмение когда-либо еще. Однако к следующему затмению вы готовитесь снова, и убеждаете всех в необходимости проведения экспедиции.

Автор этих строк не относится к числу неудачников или, напротив, счастливых. Он вполне может служить, так сказать, «статистическим образцом». Из пяти зат-

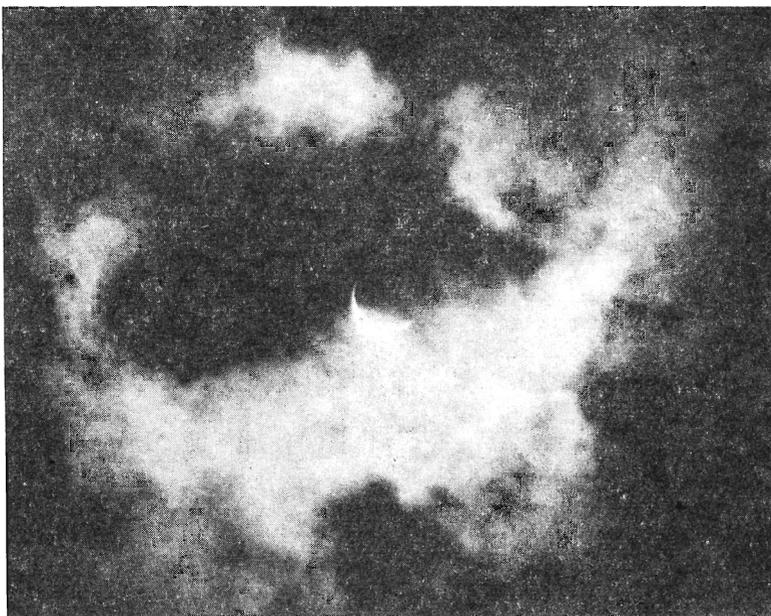


Рис. 1. До момента центрального затмения осталось две минуты

мений он два наблюдал при абсолютно ясном небе; одно под сплошными облаками, из которых шел снег, вызванный тщетными попытками разогнать облака с помощью самолетов, распылявших твердую углекислоту, и два — сквозь не очень плотные облака. Читатель вправе задать вопрос: а нужны ли, действительно, наблюдения затмений, «стоит ли игра свеч»? Безусловно — да. Да, если даже вам особенно не везет!

Во время полных солнечных затмений, за какой-нибудь час наблюдательного времени были сделаны важнейшие открытия. Так, были открыты на Солнце эмиссия неизвестного тогда еще на Земле элемента — гелия; внешняя атмосфера Солнца — корона, состоящая из потоков корпускул, непосредственно влияющих на процессы в земной атмосфере; обнаружены загадочные линии излучения в короне, оказавшиеся линиями излучения атомов железа при температуре более миллиона градусов. Можно было бы продолжить пе-

речь примеров, так как в астрофизике и геофизике еще ряд важнейших фактов установлен в результате наблюдений солнечных затмений. Сейчас и задачи и методы наблюдений затмения, конечно, изменились по сравнению, скажем, со временем даже десятилетней давности, но по-прежнему можно утверждать, что решение многих проблем особенно успешно может быть выполнено именно во время солнечных затмений.

Затмение 20 мая 1966 г. ожидалось кольцеобразным: видимый диаметр Луны должен был на 1—2 угловых секунды быть меньше солнечного. Следовательно, в полосе центрального затмения шириной в несколько километров в течение 2—3 секунд должно было наблюдаться лишь узкое кольцо, оставшееся от солнечного диска. Полоса центрального затмения, видимого при восходе Солнца в Атлантике, вступала на территорию нашей страны в Черном море и проходила вблизи городов Туапсе, Ставрополя, Астрахани, Араль-

ска, Талды-Кургана. В районе города Сианя [Китай] лунная тень соскальзывала с земной поверхности. [Карта затмения для СССР приведена на третьей странице обложки журнала «Земля и Вселенная», № 2, 1966 г.]

В область пересечения центральной полосы затмения с северо-восточным черноморским побережьем (между Геленджиком и Туапсе) выехали астрономические экспедиции из Москвы, Ленинграда, Ростова, Одессы, Тбилиси. Погода не обещала ничего хорошего, и 20 мая в начале затмения можно было лишь сквозь облака видеть ущербленный диск Солнца (рис. 1). В дальнейшем ситуация практически не изменилась, и центральное затмение наблюдалось сквозь плотную дымку в разрывах между еще более плотными облаками. Программа оптических наблюдений, разумеется, была сильно нарушена. Однако даже при

таких обстоятельствах некоторые из полученных материалов имеют научную ценность.

Автор принимал участие в небольшой астрономической экспедиции Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР (ИЗМИРАН), в состав которой входили также кандидаты физико-математических наук Р. А. Гуляев и М. А. Лившиц*. Поэтому автор остановится в основном на результатах именно этой экспедиции.

По первым визуальным оценкам, центральное затмение насту-

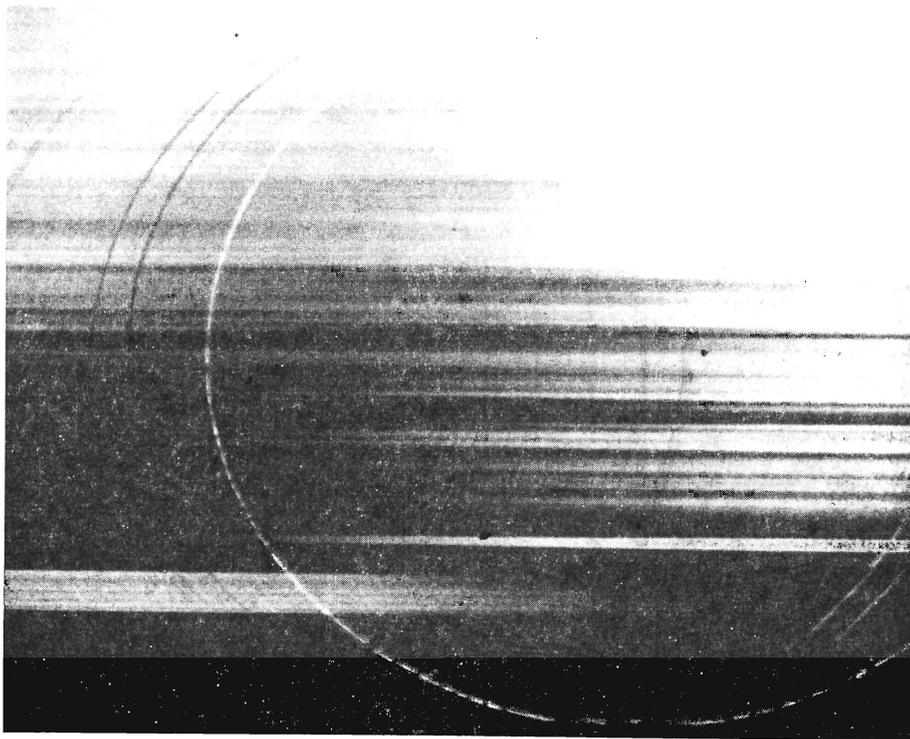
пило раньше расчетного момента на 10—15 секунд, и очень короткое время (меньше 1 секунды) затмение было полным.

Во время затмения можно с большой точностью исследовать излучение хромосферы Солнца на различных расстояниях от его поверхности.

Специальный спектрограф с кинокамерой позволил исследовать свечение гелия в солнечной атмосфере на различных ее уровнях, отличающихся всего лишь на 10 км. Это очень малая величина, если учесть, что 1" дуги на Солнце соответствует 700 км. Вне затмения такой точности достигнуть нельзя, так как из-за неспокойствия земной атмосферы колебания солнечного изображения достигают 2—3". Поэтому внезатменные наблюдения распределения свечения гелия в самых нижних слоях хромосферы не дают реальной картины. Заметим, что проблема свечения ге-

* Кроме астрофизических, ИЗМИРАНОМ были организованы также и геофизические наблюдения. С самолета и с земли исследовались линии поглощения атмосферного озона в спектре Солнца, а в районе Адлера располагалась походная ионосферная станция.

Рис. 2. Спектр хромосферы в области линии гелия D_3 5876 Å, полученный Р. А. Гуляевым. Яркое узкое кольцо — изображение хромосферы в лучах линии гелия. Светлые полосы, пересекающие кольцо, — непрерывный спектр солнечного света от уже начавшегося открываться западного края Солнца. Два темных кольца — линии поглощения натрия. В нижней и в правой частях фотографии эти линии превращаются в эмиссионные — здесь открыты самые нижние области хромосферы



лия в хромосфере во многих отношениях остается еще и сейчас неясной. На рис. 2 — один из многочисленных снимков солнечной хромосферы в лучах гелия. Обработка этих материалов весьма сложна из-за меняющейся со временем прозрачности облачной дымки.

С небольшой установкой исследовалась поляризация* излучения хромосферы и протуберанцев. Для этого использовался максутовский телескоп, снабженный призмой Волластона. В призме Волластона форма составляющих ее двух кристаллов исландского шпата и ориентировка их главных осей выбрана так, что падающий нормально на призму луч симметрично расщепляется на два поляризованных пучка, расходящихся под углом друг к другу. Если же на призму падает поляризованный свет, то интенсивность выходящих пучков разная, причем различие зависит от взаимного расположения плоскости поляризации падающего света и осей, составляющих призму кристаллов. Если заранее известно направление поляризации, то можно определить и степень поляризации. Для солнечной атмосферы поляризация связана с рассеянием света фотосферы, и поэтому плоскость поляризации ориентирована радиально по отношению к диску Солнца.

На рис. 3 — фотографии солнечного серпа и хромосферы, сделанные во время затмения. Облачность в данном случае не мешает измерениям, так как одинаково

* Как известно, неполяризованный, или естественный, свет — это поперечные электромагнитные колебания, плоскость которых достаточно быстро и хаотически меняется. Если колебания световой волны лежат только в одной плоскости, то такой свет называют полностью (на 100%) поляризованным, а направление этой плоскости — направлением поляризации.

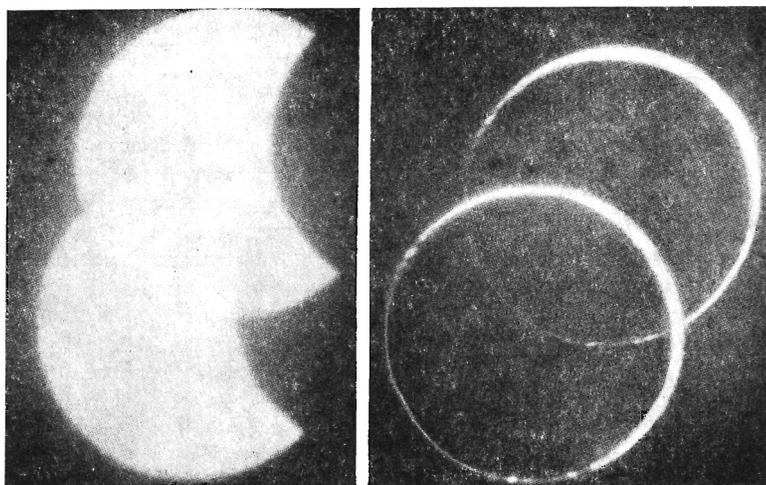


Рис. 3. Поляризационные фотографии затмения, полученные М. А. Лившицем. Фотография слева получена спустя 20 минут после начала частного затмения («1-го контакта»). Солнечные серпы одинаковой яркости — это означает, что поляризация фотосферы близка к нулю и, следовательно, прибор не вносит «паразитной» поляризации. Снимок справа сделан через несколько секунд после центрального затмения. Фотосферные серпы получились более «толстыми», чем в действительности. На восточном краю видна хромосфера в виде слабого узкого кольца и протуберанцы. Различие яркостей хромосферы на двух изображениях свидетельствует о высокой степени поляризации излучения

влияет на оба изображения, получаемые одновременно. Предварительные измерения снимков показали, что не исключена возможность сильной поляризации излучения протуберанцев и хромосферы не менее чем на 60%. Внезатменные же наблюдения давали величину поляризации более низкую.

Так как затмение ожидалось кольцеобразным (или полным с ничтожно малой продолжительностью полной фазы), то сфотографировать солнечную корону обычным способом не представлялось возможным. Поэтому решено было использовать небольшой коронограф — инструмент, в котором затмение осуществляется с помощью «искусственной Луны» — непрозрачного диска, находящегося в фокусе главного объектива. Коронографы изобретены в 30-х годах выдающимся французским

астрофизиком Б. Лيو и сейчас успешно используются для внезатменных наблюдений внутренней короны в лучах ярких корональных эмиссий. Применение такого «двойного» затмения должно было позволить сфотографировать корону до значительных расстояний. Облачность помешала это сделать, но внутреннюю корону удалось наблюдать даже спустя минуту после центрального затмения. Метод «двойного» затмения, таким образом, позволяет «продлить» полную фазу или искусственно «создать» ее. Подобные наблюдения возможны при фазах частичного затмения не менее [95 — 90]%,

На рис. 4 приведены две фотографии, полученные в просветы между облаками. Небольшой участок «настоящего» лунного диска высвывается из-за темного диска «искусственной Луны». Свечение короны легко отличить от облаков:

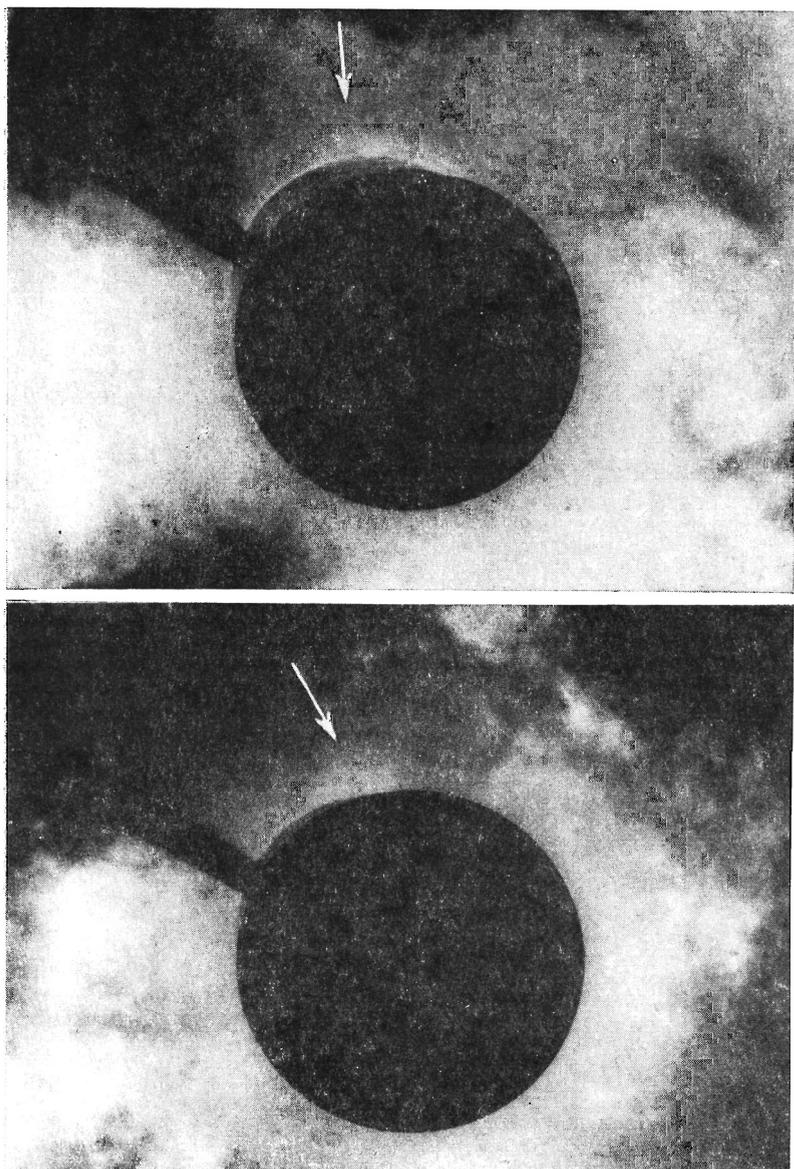


Рис. 4. Фотографии короны методом «двойного» затмения, полученные автором, спустя 30 секунд (вверху) и 1 минуту (внизу) после момента центрального затмения.

Наиболее яркое место короны указано стрелкой. За черным диском «искусственной Луны» находится фотосферный серп. Темная полоска, идущая от «искусственной Луны», — стойка, на которой помещена «Луна». На верхнем снимке хорошо видно яркое кольцо внутренней короны и верхней хромосферы, окружающее диск «настоящей» Луны. На нижнем снимке яркость кольца существенно меньше, так как его закрыла надвигающаяся Луна, а фотосферный серп «спрятан» глубже за «искусственную Луну»

ее яркость увеличивается с приближением к краю лунного диска, а очертания не меняются, в отли-

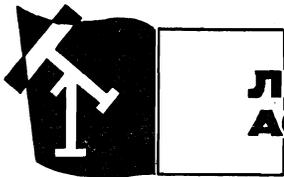
чие от облаков, изменяющих свое положение и яркость. Даже на этих снимках корону в наиболее ярком

участке можно проследить до расстояния 0,2—0,3 солнечного радиуса. Вероятно, при хорошей погоде была бы получена корона вплоть до 1—1,5 солнечного радиуса.

В заключение отметим успешные радионаблюдения затмения, проведенные экспедицией Ленинградского государственного университета [начальник экспедиции — профессор А. П. Молчанов]. Наблюдения солнечного затмения даже с небольшими радиотелескопами позволяют получить детальное распределение «радиояркости» по диску Солнца. Луна, медленно надвигаясь (или сползая) на солнечный диск, последовательно закрывает (или открывает) его различные участки. Зная в любой момент времени относительное расположение солнечного и лунного дисков и величину потока радиоизлучения, можно исследовать распределение радиояркости. Вне затмения для решения подобной задачи необходимы гигантские радиотелескопы или радиоинтерферометры: чтобы на длине волны в 3 см получить разрешение в 2—3'', габариты интерферометра (его «база») или размеры антенны должны составлять 3 км!

Наблюдениями экспедиции ЛГУ установлено, что известное сильное повышение, «пик» сантиметрового радиоизлучения над группой пятен отчетливо разрешается на отдельные узкие максимумы, соответствующие каждому отдельному ядру пятна. Такое явление наблюдалось единственный раз во время затмения 1958 г. в полярном радионизлучении, и было важно обнаружить его в полном радионизлучении Солнца.

Ближайшее солнечное затмение, которое можно наблюдать на территории СССР в Западной Сибири, произойдет 22 сентября 1968 г. Затмение будет сравнительно непродолжительным (около 1 минуты) и произойдет вечером, при малой высоте Солнца над горизонтом.



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

XX московская астрономическая олимпиада

Анализ задач, содержащийся в статье К. В. Куимова — члена жюри XX московской астрономической олимпиады 1966 г. — поможет любителям астрономии подготовиться к олимпиаде 1967 г.

Двадцатая московская астрономическая олимпиада была организована Московским университетом, Московским планетарием, городским Дворцом пионеров и Московским отделением ВАГО. В состав жюри олимпиады вошли: профессор Д. Я. Мартынов (Московский университет), К. А. Порцевский (Московский планетарий), А. В. Засов и К. В. Куимов (Московский университет), Б. Г. Пшеничнер (Дворец пионеров) и Р. Л. Хотинюк (МОВАГО). Председатель жюри — профессор Д. Я. Мартынов. Олимпиада проводилась в три тура. Первый тур состоялся 13 марта во Дворце пионеров. В нем приняли участие 115 школьников. Им было предложено пять задач, формулировки и краткие решения которых приведены ниже:

1. Некоторая звезда находится от Солнца на расстоянии 5,6 световых лет и приближается к Солнцу по прямой, проходящей через него, со скоростью 111 км/сек. Через сколько лет звезда будет казаться вдвое ярче?

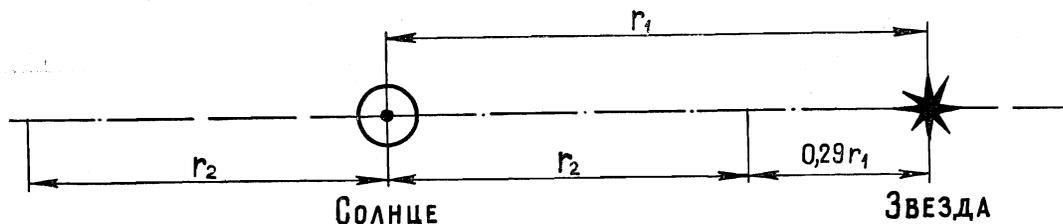
Освещенность от точечного источника света обратно пропорциональна квадрату расстояния до него, т. е.

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2},$$

где E_1, E_2 — освещенности на расстояниях r_1 и r_2 . Отсюда учитывая, что $E_1/E_2 = 2$ по условию задачи, найдем

$$r_2 = \pm \frac{r_1}{\sqrt{2}} \approx \pm 0,71 r_1.$$

Рис. 1



Следовательно, расстояние до звезды должно сократиться, от r_1 до $0,71 r_1$, т. е. на $0,29 r_1$. Это произойдет через 4430 лет. Двойной знак в формуле означает, что звезда будет казаться вдвое ярче и после прохождения расстояния $1,71 r_1$ (рис. 1).

2. Можно ли одновременно наблюдать точно половину поверхности Луны (Луну считать идеальным шаром)?

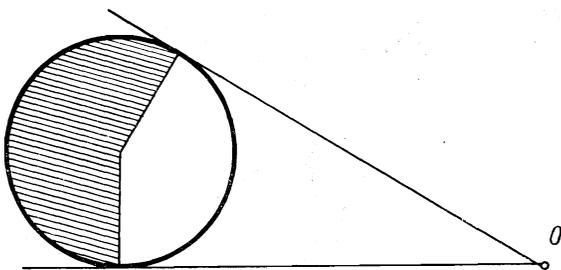


Рис. 2

Как видно из рис. 2, точно половину поверхности Луны обозреть нельзя. Из точки наблюдения O можно видеть меньше половины лунной поверхности. (Невидимая часть поверхности Луны заштрихована.)

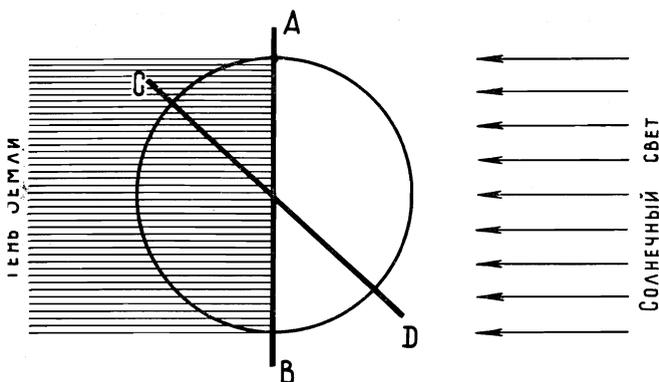


Рис. 3

3. Искусственный спутник Земли запущен на околоземную полярную орбиту. Возможно ли, чтобы его орбита совсем не освещалась Солнцем, освещалась наполовину или полностью?

Одно полушарие Земли освещено Солнцем всегда (рис. 3), поэтому по крайней мере половина орбиты CD спутника обязательно освещена. Если же полярная орбита AB расположена в плоскости, перпендикулярной к направлению на Солнце (что может быть в дни равноденствий), она освещена Солнцем полностью.

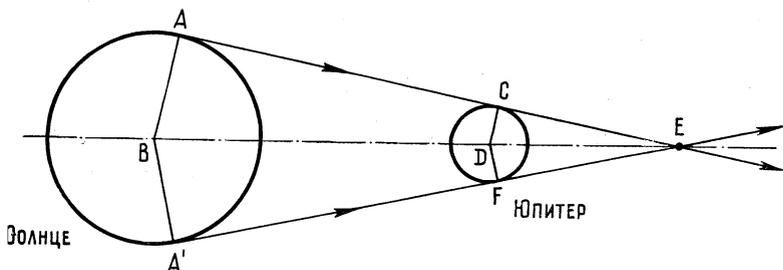
4. Перечислите основные преимущества лунной астрономической обсерватории.

Преимущества такой обсерватории заключаются в отсутствии атмосферы на Луне. Благодаря этому можно исследовать электромагнитное излучение всех длин волн, полностью использовать разрешающую силу телескопа, наблюдать слабосветящиеся объекты (на Луне нет свечения ночного неба).

5. Как выглядит суточное и годовое движения Солнца для наблюдателя, находящегося на Южном полюсе Земли?

Солнце восходит в день осеннего равноденствия (23 сентября) и движется почти параллельно горизонту, постепенно увеличивая высоту вследствие годового движения по эклиптике. Это продолжается до зимнего солнцестояния. Затем высота начинает уменьшаться, и в день весеннего равноденствия Солнце заходит. Заметим, что на Южном полюсе суточное движение светил (и Солнца) происходит в том же направлении, что и годовое движение Солнца.

Рис. 4



Наибольшие трудности у участников олимпиады вызвали две последние задачи. Лишь немногие имели правильное представление о преимуществах лунной обсерватории. В качестве основного преимущества отмечали малую силу тяжести, считая, что это дает возможность строить большие телескопы. Последнее по меньшей мере, спорно.

Решая пятую задачу, многие участники олимпиады полагали, что на Южном полюсе в течение суток Солнце движется с запада на восток. Здесь сразу две ошибки: во-первых, при наблюдении с Южного, как и с Северного полюса понятия «восток» и «запад» бессмысленны, во-вторых, даже для наблюдателя, находящегося около Южного полюса, Солнце движется с востока на запад. В противном случае надо предположить, что северное полушарие Земли вращается в одну сторону, а южное — в другую!

Ко второму туру олимпиады, который состоялся 27 марта в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга, жюри допустило 72 человека. Рассмотрим предложенные им задачи.

1. Найти длину полной тени, отбрасываемой Юпитером. Расстояние Юпитера от Солнца составляет 5,2 а. е., радиус Юпитера в десять раз меньше радиуса Солнца.

Из подобия треугольников ABE и CDE (рис. 4) находим

$$\frac{DE}{BE} = \frac{CD}{AB}; \quad \frac{DE}{BD + DE} = \frac{CD}{AB}.$$

Отсюда

$$E = \frac{BD}{\frac{AB}{CD} - 1}.$$

По условию $AB/CD = 10$ и $BD = 5,2$ а. е. Поэтому $DE = 0,58$ а. е.

2. Точка весеннего равноденствия взошла час назад (по звездному времени). Каково сейчас местное звездное время?

Звездным временем называется часовой угол точки весеннего равноденствия. Поскольку эта точка находится на небесном экваторе, в момент восхода ее

Рис. 5



часовой угол был 18 часов. Через один звездный час часовой угол точки весны стал 19 часов. Это и есть звездное время в данный момент.

3. Ежегодно излучаемая Солнцем энергия составляет $12 \cdot 10^{40}$ эрг. Какую массу Солнце теряет каждую секунду?

Сначала подсчитаем энергию, которую Солнце излучает каждую секунду. Затем из формулы $E = mc^2$, где E — энергия, m — масса, c — скорость света, найдем соответствующую потерю массы

$$m = 4 \cdot 10^{12} \text{ г}$$

4. Ракета вертикально удаляется от Земли с постоянным ускорением $g = 9,8 \text{ м/сек}^2$. Как меняется вес тел в ракете по мере удаления ее от Земли?

Пусть F — сила притяжения тела Землей (рис. 5). Вес — это сила, с которой тело давит на опору. С такой же по величине силой опора давит на тело (третий закон механики). Обозначим эту силу через F_1 . Тело (вместе с ракетой) движется вверх с ускорением g и, следовательно, сумма F_0 всех действующих на него сил равна mg (второй закон механики). Поскольку $F_2 = F + F_1$, получим

$$F_1 = F_2 - F,$$

где $F_2 = mg$ и $F = -mg$. Отсюда $F_1 = 2mg$.

Таким образом, у поверхности Земли вес тела равен $2mg$. С удалением от Земли сила притяжения F по величине уменьшается, приближаясь к нулю. В предельном случае при $F = 0$ и $F_1 = F_2$ вес тела будет равен mg . Итак, вес убывает от $2mg$ у поверхности Земли до mg в бесконечности.

Очень многие участники олимпиады не справились с этой задачей из-за незнания четкого определения веса. Они запутались, оперируя словами «вес инерционный» и «вес гравитационный», и пришли поэтому к неверному выводу, что в бесконечности вес будет равен нулю.

Жюри допустило лишь 18 школьников к заключительному туру олимпиады, который состоялся 10 апреля во Дворце пионеров. Участникам последнего тура были предложены следующие задачи:

1. Почему многие наблюдатели утверждают, что искусственные спутники Земли движутся по небу маленькими зигзагами?

На фотографиях никаких зигзагов траектория спутника не имеет. По-видимому, явление, о котором сообщают наблюдатели, обусловлено некоторыми физиологическими особенностями зрения, например незаметными произвольными движениями глаз.

2. Определить размер плоского зеркала, которое нужно поставить на Луне, чтобы отраженный им солнечный свет наблюдался с Земли как звезда 3-й звездной величины (3^m). Видимая звездная величина Солнца равна -27^m , расстояние до Луны $3,84 \cdot 10^{10}$ см, коэффициент отражения зеркала 100%.

Легко найти, во сколько раз освещенность, создаваемая на Земле зеркалом, меньше солнечной. Для этого воспользуемся формулой Погсона:

$$\lg \frac{E_1}{E_2} = 0,4(m_2 - m_1).$$

Здесь E_1 и E_2 — освещенности, m_1 и m_2 — соответствующие им звездные величины.

В нашем случае $m_2 = +3^m$, $m_1 = -27^m$. Следовательно,

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{12}.$$

Полученное соотношение означает, что зеркало отражает 10^{-12} долю площади солнечного диска (потемнением диска к краю мы пренебрегаем). Угловым диаметром диска к краю мы пренебрегаем. Угловой диаметр круглого зеркала составит $\sqrt{10^{-12}} = 10^{-6}$ углового диаметра Солнца, равного $31' = 1860''$. Поэтому угловой диаметр зеркала равен $(1,86 \cdot 10^{-3})''$. Наконец, вычислим линейный размер зеркала, учитывая, что оно находится на расстоянии Луны и имеет весьма малый угловой диаметр:

$$d = \frac{(1,86 \cdot 10^{-3})''}{206265''} \cdot 3,84 \cdot 10^{10} \text{ см} = 346 \text{ см}.$$

Здесь $206265''$ — число секунд в одном радиане.

3. Спектральные наблюдения показывают, что лучевая скорость Регула (α Льва) изменяется от $v_1 = -27 \text{ км/сек}$ до $v_2 = 33 \text{ км/сек}$ с периодом в один год. (Знак минус означает приближение.) Учитывая, что эта звезда находится на эклиптике, а также, что расстояние от Земли до Солнца составляет $1,5 \cdot 10^{13}$ см, вычислить постоянную тяготения. Массой Земли по сравнению с массой Солнца $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{33} \text{ г}$ пренебречь. Орбиту считать круговой.

Указанное в условии задачи изменение скорости Земли — следствие орбитального движения Земли. Если лучевая скорость звезды (по отношению к Солнцу) равна v_r , скорость движения Земли по орбите v , то при приближении Земли к звезде относительная скорость v_1 будет

$$v_1 = v_r - v.$$

Через полгода Земля уже удаляется от звезды, и относительная скорость v_2 будет

$$v_2 = v_r + v.$$

Отсюда получим

$$v = \frac{v_2 - v_1}{2}.$$

Подставляя численные значения, найдем $v = 30 \text{ км/сек} = 3 \cdot 10^6 \text{ см/сек}$. Это орбитальная скорость Земли.

Считая движение Земли круговым, имеем

$$\frac{mv^2}{a} = \frac{\gamma m M_{\odot}}{a^2}.$$

Здесь m — масса Земли, M_{\odot} — масса Солнца, a — расстояние от Земли до Солнца, γ — постоянная тяготения. Отсюда

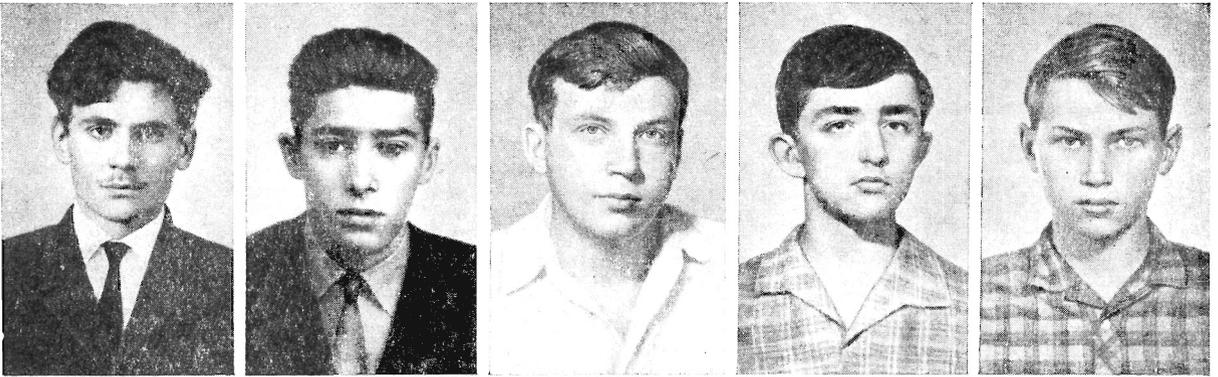
$$\gamma = \frac{av^2}{M_{\odot}}.$$

Подставив численные значения, получим

$$\gamma = 6,67 \cdot 10^{-7} \text{ см}^3/\text{г} \cdot \text{сек}^2.$$

4. Сферическая галактика в созвездии Скульптора имеет массу $4 \cdot 10^{39} \text{ г}$ и удалена от Млечного Пути (нашей Галактики) на расстоянии $R = 85000 \text{ пс}$. Массы нашей Галактики $M = 2 \cdot 10^{44} \text{ г}$. Определить, каков может быть максимальный радиус r галактики в Скульпторе, чтобы она не была разрушена приливными силами притяжения Млечного Пути. При расчете принять $r^2 \ll R^2$ (r^2 много меньше R^2).

Вспомним, что величина ускорения, сообщаемого силой всемирного тяготения различным массам, не зависит от величины этих масс, а зависит от массы



Победители олимпиады. Слева направо: Сергей Блинников, Алексей Керзин, Николай Санько, Валерий Соловьев, Григорий Пустовойт

притягивающего тела. Например, в случае точечных масс μ_1 , μ_2 и μ_3 , притягиваемых массой M , имеем

$$\begin{aligned} \mu_1 a_1 &= \frac{\gamma \mu_1 M}{R_1^2} \quad \text{и} \quad a_1 = \frac{\gamma M}{R_1^2}, \\ \mu_2 a_2 &= \frac{\gamma \mu_2 M}{R_2^2} \quad \text{и} \quad a_2 = \frac{\gamma M}{R_2^2}, \\ \mu_3 a_3 &= \frac{\gamma \mu_3 M}{R_3^2} \quad \text{и} \quad a_3 = \frac{\gamma M}{R_3^2}. \end{aligned}$$

Если бы галактика в Скульпторе находилась от Млечного Пути так далеко, что расстояния различных ее частей R_1 , R_2 и R_3 можно было бы считать одинаковыми, то обусловленные притяжением Млечного Пути ускорения этих частей были бы равными. Следовательно, вся галактика имела бы ускорение $a = a_1 = a_2 = a_3$ и перемещалась бы как целое, не разрушаясь приливными силами. Разрушение происходит лишь тогда, когда ускорения разных частей галактики различны. На рис. 6 показаны ускорения, сообщаемые звездам галактики, находящимся в точках 1, 2 и 3. Сама галактика изображена в виде сферы. Кроме того, на рис. 6 изображены ускорения, сообщаемые звездам в точках 1 и 3 притяжением самой галактики. Вычислим суммы ускорений звезд в точках 1 и 3, вызываемых как притяжением Млеч-

ного Пути, так и притяжением самой галактики в Скульпторе. Для звезды в точке 1 эта сумма

$$(a_1 - a'_1) = \frac{\gamma M}{(R - r)^2} - \frac{\gamma m}{r^2}.$$

Для звезды в точке 3

$$(a_3 + a'_3) = \frac{\gamma M}{(R + r)^2} + \frac{\gamma m}{r^2}.$$

Если $(a_1 - a'_1) < (a_3 + a'_3)$, то звезды в точках 1 и 3 сближаются, если же $(a_1 - a'_1) > (a_3 + a'_3)$, звезды удаляются друг от друга и, следовательно, галактика будет разрушаться приливными силами тяготения Млечного Пути. Для получения ответа необходимо решить (относительно r) неравенство

$$\frac{\gamma M}{(R + r)^2} + \frac{\gamma m}{r^2} > \frac{\gamma M}{(R - r)^2} - \frac{\gamma m}{r^2}.$$

После тождественных преобразований

$$r^3 < \frac{m}{2M} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) R^3.$$

Учитывая теперь, что $r^2 \ll R^2$, найдем $1 - r^2/R^2 \approx 1$.

Таким образом,

$$r < \sqrt[3]{\frac{m}{2M}} R.$$

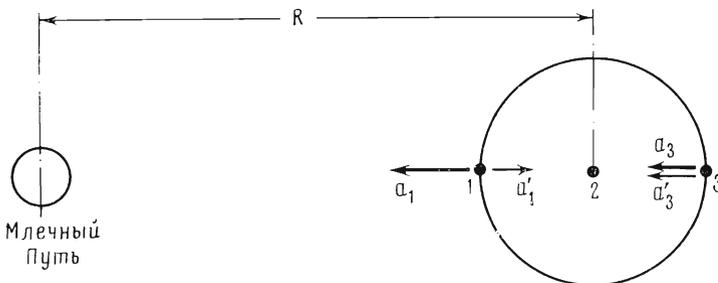
Подставив численные значения, получим

$$r < 2300 \text{ нс.}$$

Решил эту задачу лишь тот участник олимпиады, который понял, что равенство ускорений всех частей галактики означает лишь ее перемещение как целого, а не разрушение.

Подводя итоги олимпиады, жюри присудило первую премию ученику X класса школы № 7 Сергею Блинникову, вторые премии — ученику XI класса школы № 207 Алексею Керзину и ученику XI класса школы № 1 Николаю Санько, третьи пре-

Рис. 6



ЗВЕЗДНОЕ НЕБО И ПЛАНЕТЫ В МАРТЕ — АПРЕЛЕ 1967 ГОДА



На рис. 1 показана южная часть звездного неба 1 марта в 19 часов по местному времени на широте 56° . Невысоко над горизонтом восточнее точки юга сверкает Сириус ($-1^m,43$) — самая яркая звезда на небе. Восточнее и несколько выше Сириуса виден Прокцион ($0^m,37$), а еще выше — две яркие звезды созвездия Близнецов: Кастор ($1^m,59$) и Поллукс ($1^m,16$). Над точкой юга в это время находится созвездие Ориона — одно из самых красивых созвездий всего звездного неба. Над голубым Ригелем ($0^m,15$) виден ряд из трех звезд ($\zeta = 1^m,78$, $\epsilon = 1^m,70$, $\delta = 2^m,19$), над которыми расположены красновато-оранжевая Бетельгейзе ($0^m,73$) и голубой Беллатрикс ($1^m,64$). Выше над Орионом — пятиугольник созвездия Возничего с яркой Капеллой

($0^m,09$), а правее Ориона — созвездие Тельца, описанное в предыдущем номере журнала «Земля и Вселенная». Познакомимся несколько подробнее с созвездием Ориона.

На старинных звездных картах это созвездие изображалось в виде легендарного охотника Ориона с поднятой палицей и шкурой льва. Правое плечо охотника — звезда Бетельгейзе, левое плечо — Беллатрикс, левая нога — Ригель, три яркие центральные звезды — пояс охотника, звезда θ — его меч, звезда χ — его палица, а цепочка звезд π — шкура льва, брошенная на левую руку. Названия двух самых ярких звезд созвездия происходят от несколько искаженных древнеарабских слов, обозначающих части тела охотника. Бетельгейзе — в перево-

мии — ученику IX класса школы № 1140 Валерию Соловьеву и ученику VIII класса школы № 42 Григорию Пустовойту. Победители получили дипломы астрономической олимпиады и книги по астрономии и физике.

Поощрительными премиями (без выдачи дипломов) жюри отметило работы Владимира Сафонова (VIII класс, школа № 107), Михаила Бургина (VII класс, школа № 444), Аркадия Чарторийского (X класс, школа № 59), Михаила Астафьева (IX класс, школа № 108), Владимира Творогова (VII класс, школа № 171).

Следует отметить, что в 1966 году в астрономической олимпиаде приняли участие школьники, не состоящие в городских астрономических кружках. Однако их работы хуже, чем работы членов астрономических кружков.

Хочется пожелать организаторам будущих олимпиад, чтобы они предлагали школьникам такие задачи, при решении которых участники смогли бы применить свои знания по физике и математике. Эти задачи ближе к современной науке.

К. В. БУИМОВ

де с древнеарабского означает «плечо охотника», а Ригель — «нога». Согласно древнеримской мифологии, Орион охотился за дикими зверями. На старинных звездных картах изображается момент боя, когда Орион, подняв тяжелую палицу, готовится нанести решающий удар по голове свирепого Тельца (быка). По древнегреческой версии мифа, Орион преследует убегающих Плеяд — дочерей титана Атласа, которые вскормили и воспитали бога вина Диониса.

Сейчас фигуру охотника на звездных картах (рис. 2 на 4-й стр. обложки) не рисуют, но в современной астрономической литературе очень часто встречаются выражения («звезды пояса Ориона», «звезды меча Ориона» и др.), которые тесно связаны с изображением созвездия на старинных звездных картах.

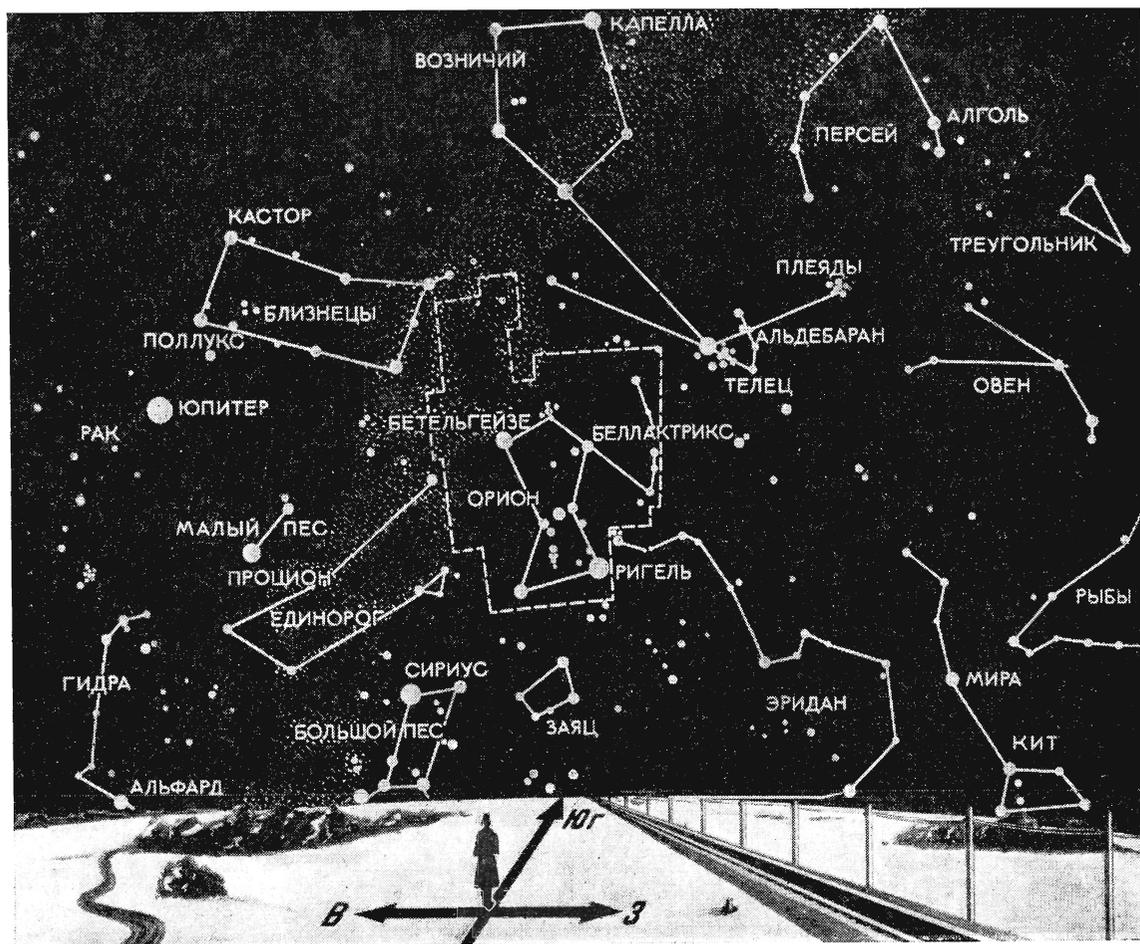
Голубой Ригель не только самая яркая звезда в созвездии Ориона, но и самая удаленная среди ярких звезд этого созвездия: свет от Ригеля идет

свыше 600 лет. Ригель виден как очень яркая звезда благодаря своей огромной светимости, в 27 000 раз превышающей светимость Солнца. Ригель — ближайший к нам сверхгигант. Его диаметр в 40 раз превосходит диаметр Солнца, а температура поверхности звезды 13 000°.

Ригель имеет спутник ($6^m,8$) на угловом расстоянии $9'',49$. Так как спутник излучает в 500 раз слабее Ригеля и находится сравнительно близко от него, он скрывается в его лучах. Увидеть спутник можно только в телескопы с $D > 10$ см, применяя окуляры с большим увеличением.

Вторая по блеску звезда в созвездии Ориона — Бетельгейзе — красновато-оранжевый гигант, меняющий свой блеск в пределах от $0^m,4$ до $1^m,3$ с полуправильным волнообразным периодом в 2070 суток.

Рис. 1



В созвездии Ориона в районе меча находится одна из самых ярких туманностей всего неба — Большая туманность Ориона (M 42), видимая в достаточно темную ночь даже невооруженным глазом. Светосильные бинокли или небольшие телескопы позволяют различить отдельные структурные детали. При визуальных наблюдениях туманностей следует использовать окуляры с минимальным полезным увеличением, когда диаметр выходного зрачка телескопа * равен или несколько меньше диаметра зрачка человеческого глаза, т. е. в пределах 4—7 мм. Большое количество деталей в туманности M 42 видно на фотографиях, сделанных с помощью больших телескопов (рис. 2, Б).

Уже при наблюдении в небольшой телескоп хорошо видно, что звезда θ_1 в середине туманности M 42 — кратная система из четырех звезд. Это «трапеция Ориона» (рис. 2, В). В телескопы с $D > 10$ см можно наблюдать еще две компоненты этой кратной группы. На расстоянии 2',5 от θ_1 находится второй компонент — θ_2 , представляющий собой систему трех звезд (рис. 2, Г). Группы звезд θ_1 и θ_2 на фотографии Большой туманности Ориона (рис. 2, Б) не видны — они потерялись на светлом фоне туманности из-за большой экспозиции при фотографировании. Концы стрелок, идущих от θ_1 и θ_2 , показывают их положения на фоне туманности M 42. При рассмотрении фотографии M 42 надо учесть, что туманность изображена в перевернутом виде, т. е. так, как видна в телескоп.

В созвездии Ориона находятся и другие доступные для телескопических наблюдений туманности. Это — диффузная туманность M 43, расположенная несколько выше M 42 (в телескоп — ниже) и отделяемая от нее темной туманностью NGC 1977. Со светосильным биноклем несколько выше звезды ζ пояса Ориона можно наблюдать диффузную туманность M 78. Для наблюдения другой диффузной туманности — NGC 1788 — требуется телескоп с диаметром объектива более 10 см.

В созвездии Ориона много двойных и кратных звезд. Наблюдения двойных звезд представляют большой интерес для любителей астрономии.

В таблице содержится список двойных звезд Ориона в порядке убывания угловых расстояний между компонентами. Пользуясь этим списком и картой созвездия Ориона (рис. 2, А), следует начать наблюдение с широких звездных пар и постепенно переходить к более тесным. Полезно опреде-

* Диаметр выходного зрачка телескопа можно определить в дневное время, направив трубу телескопа на светлое небо и приложив к окуляру лист тонкой белой бумаги. Передвигая лист вперед и назад, добиваются четкого изображения светлого пятна и измеряют его диаметр.

Порядок наблюдений	Обозначение звезды в созвездии	Компоненты		Угловое расстояние (в секундах дуги)
		m_1	m_2	
I	λ	3 ^m ,6	5 ^m ,6	4,41
II	ζ	2,1	4,2	2,42
III	33	5,9	6,9	1,90
IV		6,3	7,7	1,70
V	η	3,7	5,1	1,50
VI	52	6,0	6,1	1,38
VII	14	5,9	6,6	1,00
VIII	32	4,6	5,9	0,70

лить предельное угловое расстояние между компонентами, при котором еще возможно видеть звезды раздельно (разрешающая способность телескопа).

Представляет интерес для наблюдений кратная система σ Ориона, изображенная на рис. 2, Д.

С наблюдениями интересных объектов в Орионе следует спешить: в конце февраля и в марте созвездие еще видно на небе.

Видимость планет. В № 6 журнала «Земля и Вселенная» за 1966 г. был помещен графический астрономический календарь, позволяющий определять время восхода, кульминаций и захода планет на протяжении всего 1967 года. Сообщим в этом номере некоторые дополнительные сведения о видимости планет в зимне-весенний период.

После периода хорошей вечерней видимости (с 10 по 22 февраля) Меркурий скроется в лучах заходящего Солнца и будет невидим до лета.

В конце февраля Венера хорошо видна по вечерам на юго-западе как самая яркая звезда на небе (—3^m,5). В это время она движется по созвездию Рыб. К концу марта Венера перейдет в созвездие Овна и будет видна около трех часов после захода Солнца. Во второй половине апреля Венера окажется в созвездии Тельца и еще более продолжительное время ее можно будет наблюдать после захода Солнца.

Марс с конца февраля до конца апреля находится в созвездии Девы. 8 февраля он начинает попятное движение по направлению к Спике. Блеск его увеличивается от 0^m,1 до 1^m,3.

Хорошо в зимне-весенний период виден Юпитер (—2^m,1). В это время он перемещается на фоне созвездий Рака и Близнецов. На рис. 4 показано положение Юпитера среди звезд 1 марта.

Сатурн в этот период не виден.

Уран (6^m) движется попятным движением через созвездие Льва. Его можно обнаружить в небольшой бинокль.

Нептун (7^m,7) в это время находится между звездами α и δ Весов.

А. Д. МАРЛЕНСКИЙ,
доцент

АНДРОМЕДА

Ф. ХОЙЛ, Дж. ЭЛЛИОТ

Перевод Г. ХРОМОВА

Рисунки Р. АВОТИНА



Действие романа*, еще один отрывок из которого мы предлагаем вниманию читателей, разыгрывается в Англии конца 60-х годов нашего столетия. С помощью огромного радиотелескопа в Болдершоу-Фелл принята зашифрованная радиопередача из космоса. Молодому астрофизику — Джону Флемингу — удается расшифровать таинственные сигналы, которые содержат описание чрезвычайно сложной вычислительной машины, ее программу и некоторую начальную информацию. С большим трудом ученые добиваются финансирования постройки сверхмашины. По быстрдействию и объему памяти машина существенно превосходит человеческий мозг, да и «поведение» ее напоминает проявления существа, наделенного высоким интеллектом. Обмениваясь со своими создателями информацией в виде вопросов и ответов, она «предлагает» им схему некоторого сложного биохимического синтеза. Биохимик Мадлен Дауни осуществляет этот синтез и получает в результате живую, делящуюся клетку.

Из клетки развивается странное, похожее на амёбу существо, обладающее органом зрения — глазом. Но это лишь первый шаг. На следующем этапе машина программирует синтез... искусственного человека. Дауни справляется и с этой задачей. В результате на свет появляется «гомункулус», который развивается во взрослую женщину. Искусственное существо, названное Андромедой, способно подключаться прямо к машине, непосредственно передавая и принимая от нее информацию без длительной и сложной процедуры кодирования и расшифровки.

Внешне эксперимент развивается блестяще. Однако Джона Флеминга, создателя машины, мучают сомнения. Назначение машины, намерения тех, кто сконструировал ее и послал в космос радиопередачу, остаются скрытыми от людей. И Флеминг тревожится: ведь ниоткуда не следует, что намерения эти — благие. Он пытается предупредить своих коллег, руководителей проекта, правительство, но его не слушают: машина обошлась так дорого, а эксперимент развивается так успешно!

Машина построена на военные ассигнования и на территории военного ракетного центра. Воспользовавшись удобным случаем, военное министерство забирает машину у ученых. Отныне и машина, и Андромеда — ее живой придаток — будут работать на оборону, они помогут создать новый, невиданный по точности и эффективности перехватчик баллистических ракет. Работая в паре с машиной, Андромеда в кратчайший срок успешно разрабатывает конструкцию перехватчика. Все празднуют победу. Все, кроме Флеминга, которого успех не только не радует, а даже настораживает еще больше...

* Начало см. «Земля и Вселенная», NN 2, 3, 4, 5, 6, 1966 г.

фекте, а средства его достижения останутся строго секретными. Это будет уже на вашей ответственности, ладно?

Бэрдетт кивнул:— Что мне сказать Ванденбергу?

— Скажите, пусть немного отдохнет. Впрочем нет, можете ему сказать, что мы собираемся снова стать великой маленькой страной, но что мы будем продолжать сотрудничать с нашими союзниками. Вернее, с любыми союзниками, каких мы сможем приобрести.— Он помолчал немного; Бэрдетт вежливо ждал.— Я сам приеду в Торнесс, как только смогу.

Визит Премьер-министра был организован несколько дней спустя — очевидно, он придавал ему первостепенное значение. Джуди и Кводрингу было нелегко скрыть визит от прессы, так как всеобщее любопытство было до крайности подогрето. Однако в конце концов все было обставлено с должной секретностью.

Успех заметно изменил Джирса. Казалось, он избавился от своей прежней заносчивости, словно просто забыл о ней. Он хоть и бывал резок, но в общем вел себя приветливо и не только снова открыл для Дауни и Флеминга доступ к машине, но и настоял на их участии в парадной церемонии во время обхода Премьер-министра. По его словам, он хотел, чтобы каждый получил то, что ему причитается.

У Флеминга имелись свои собственные сомнения насчет смысла подобного стояния в витрине, но он держал их про себя — по крайней мере тут могла представиться возможность высказаться. В день визита он спозаранку явился в здание машины и застал там только Андромеду. В ее облике произошли перемены. Зачесанные назад длинные волосы не закрывали лица и вместо обычного простого платья на ней было что-то вроде древнегреческой туники, облегавшей бедра и грудь и свободно струившейся вдоль спины.

— Фью! — присвистнул Флеминг. — С нами и впрямь происходит что-то человеческое, если уж мы этак вырядились.

— Вы имеете в виду эту одежду? — спросила она не без интереса.

— Ты произведешь на всех чертовское впечатление, и тогда твое дело в шляпе. Тут уж на тебя никакого удержу не будет, верно? — зло спросил Флеминг. Андромеда взглянула на него и не ответила.

— Премьер, наверно, сразу же предложит тебе занять его место, и ты, видно, уверена, что мы спокойно уснем в наших постельках, увидев, какая ты теперь всесильная? Мне кажется, что ты всех нас дурачками считаешь.

— Вы не глупы, — сказала она.

— Да если бы я не был глуп, тебя бы сейчас здесь не было! Ну, а теперь ты сбита в небе кусочек металла — копейное дело, если знать как, — и вдруг сразу оказываешься в начальниках.

— Так и замышлялось. — Она бесстрастно смотрела ему в лицо.

— А что замышляется теперь?

— Это зависит от программы.

— Так! — Он приблизился к ней. — Ты же ведь раб, точно?

— Почему вы не уходите? — вдруг спросила она.

— Ухожу?

— Сейчас. Пока можете.

— Заставь меня! — Он вперил в нее тяжелый и враждебный взгляд, но девушка отвернулась.

«Министерство обороны заявило, что некий орбитальный спутник был перехвачен новой британской ракетой на высоте триста семьдесят миль над территорией страны. Спутник, национальная принадлежность которого неизвестна, так же как и остатки перехватчика сгорели, войдя в плотные слои земной атмосферы. Однако ход перехвата прослеживался с помощью автоматической радиолокационной системы и, как заявляет министерство обороны, может быть удостоверен вплоть до мельчайших деталей».

Почти явственно слышимый всеобщий вздох облегчения, сопровождаемый пылом взаимных поздравлений, донесся из-за стен Уайтхолла. Кабинет провел необычно благополучное заседание. Не прошло и недели, как Премьер-министр снова прислал за Бэрдеттом.

Министр обороны, ослепительно улыбаясь, предстал перед ним в фиимиае самоуверенности и лосьона «После бритья».

— Есть ли новые трассы? — спросил Премьер-министр.

— Ни одной!

— И ничего на орбите?

— Ничего, что проходило бы над нашей страной, сэръ, с самого момента перехвата.

— Отлично. — Премьер-министр задумался. — Ну, Рейнхарт-то в любом случае должен был получить дворянство.

— А Джирс?

— О да! орден Империи, вероятно.

Бэрдетт приготовился перейти к делу. — А как счетная машина и ее — э-э-агент, сэръ?

— Ну, можно было бы наградить юную леди орденом, — ответил Премьер-министр.

— Я имею в виду — что будет с ними? — пояснил Бэрдетт. — Министерство науки требует их возвращения.

Премьер-министр продолжал сохранять любезный вид. — Но мы ведь не можем этого сделать, не правда ли? — сказал он.

— Конечно, у нас есть для них обширная программа, — ответил Бэрдетт.

— А также — обширная экономическая, — добавил Премьер-министр.

— Что вы имеете в виду, сэръ?

— Я имею в виду, что если эта необычайная комбинация смогла успешно выполнить подобное задание, то она способна выполнить и многое другое. Конечно, машина должна продолжать работать на оборону, но одновременно она имеет и большой экономический потенциал. Мы хотим быть не только сильными, но и богатыми. Ученые дали нам — и я очень признателен им за это — самый совершенный в мире мыслительный инструмент. Дело идет к тому, что мы, как страна, получим возможность вырваться вперед в очень многих областях сразу. Да и давно пора.

— Значит, вы собираетесь оставить машину в собственных руках, сэръ? — Бэрдетт говорил с раздражением, но и с почитительностью.

— Да! В скором будущем я выступлю с обращением к Нации.

— Но вы же не намереваетесь сделать все это достоянием гласности?

— Не ворчите, старина, — мягко осадил его Премьер-министр. — Я скажу что-нибудь о конечном эф-

— Возможно, это и придется сделать,— сказала она.

Флеминг молчал, желая услышать продолжение. Но она не приняла вызов. Наконец, он посмотрел на часы и проворчал:

— Хотя бы скорее этот цирк с дипломатией начинался. Разделаться с ним и — баста.

...Прибывшего Премьер-министра сопровождал эскорт из чиновников, политических деятелей и верзил из Скотленд-Ярда. За Премьером и Джирсом следовали Бэрдетт, Хантер и длинная вереница все менее значительных лиц. Шестые замыкала Джуди.

Широким взмахом руки Джирс обвел помещение пульт управления:

— Вот это и есть счетная машина, сэр.

— Абсолютно для меня непостижимо,— объявил Премьер-министр, словно это относилось к числу его достижений.

Он заметил Андромеду:

— Здравствуйте, барышня. Примите поздравления! — Он пошел к ней с протянутой рукой. Андромеда неловко взяла ее и встряхнула.— Неужели вы все здесь понимаете? — спросил ее Премьер-министр. Она вежливо улыбнулась.— Ну, я уверен, что это так, и мы все вам очень признательны. Это так приятно для всех нас, живущих в этой древней стране, снова иметь возможность показать нашу силу. Мы должны оберегать вас, как зеницу ока. О вас здесь хорошо заботятся?

— Да, спасибо.

Гости столпились полукругом, глаза и восхищаясь, но она больше ничего не сказала.

Флеминг поймал взгляд Джуди и кивнул ей на Премьер-министра. Сначала она не могла сообразить, что ему нужно, а потом, поняв, бочком протиснулась к Джирсу.

— Мне кажется, что Премьер-министр навряд ли знаком с доктором Флемингом,— шепнула она.

Джирс нахмурился. Похоже было, что тогда его дружелью уже поизносилась.

— Прекрасно, прекрасно.— Премьер-министр не мог придумать, что бы еще сказать девушке. Он снова повернулся к Джирсу.— А где у вас ракеты и все такое?

— Да-да, я все покажу вам, сэр. Мне еще хотелось бы, чтобы вы осмотрели лабораторию.

Они двинулись дальше, а Джуди так и осталась на месте.— Доктор Флеминг...— сделала она еще одну тщетную попытку, но ее просто не услышали.

Флеминг шагнул вперед.

— Прошу прощения, одну минутку...

Джирс грозно нахмурился: — Не сейчас, Флеминг!

— Но...

— Что хочет молодой человек? — кротко осведомился Премьер-министр. На лице Джирса появилась улыбочка:

— Ничего, ничего, сэр. Он ничего не хочет.

Премьер-министр тактично тронулся дальше, а когда Флеминг устремился было вперед, на его руку легла большая ладонь Хантера:

— Ради бога! — умоляюще прошипел он.

Перед дверью в лабораторное крыло Джирс обернулся.

— Вам лучше было бы пойти с нами,— обратился он к Андромеде, игнорируя остальных.

— Пойдемте, пойдемте, дорогая,— сказал Премьер-министр, отступая в сторону и пропуская ее вперед.— Уму и красоте — дорогу.

Процессия втянулась в дверь лаборатории. Остались только Джуди и Флеминг.

— Идешь? — спросила она Флеминга, который стоял и неподвижным взглядом смотрел вслед ушедшим.

Он покачал головой: — Великолепно, а?

— Я старалась.

— Великолепно! А знаешь, что она сказала мне только что?

— Нет.

Но он вдруг перевел взгляд с Джуди на индикаторную панель.— Есть одна идея.

— Из тех, что и я могу понять?

— Смотри: ишь как красиво перемигиваются — так аккуратненько, ритмично.— Машина работала устойчиво, с мягким гудением и равномерным миганием огоньков.— Ишь мурлыкает себе, точно мы уже у нее в брюхе. Ну, а предположим, что я сейчас выключу рубильник?

— Тебе не дадут этого сделать.

— Или притащу лом и раздолбаю ее?

— Тебе бы мало что удалось — тут охрана. Так или иначе, ее восстановили бы.

Из ящика в пульт управления Флеминг достал блокнот и какие-то бумаги:

— Ну, тогда придется тряхнуть ее интеллектуально, а? Я уже малость трянул девицу.— Флеминг заметил, что Джуди глядит на него с сомнением.— Успокойся, тебе не придется свистеть в твой свисток. Назад они пойдут этой же дорогой?

— Нет. Они выйдут через лабораторию.

— Хорошо.— Он принялся переписывать цифры с бумажной ленты в блокнот.

— Что это?

— Сокращенная формула искусственного существа.

— Андромеды?

— Называй ее, как тебе угодно.— Он принялся торопливо выписывать неровные цифры.— Это то, как зовет ее машина. Даже не формула — кодовый ярлычок.

— Что ты собираешься с этим сделать?

— Немного преобразовать.

— Надеюсь, ты не собираешься ничего повредить?

Он рассмеялся в ответ.— Иди-ка лучше со своей экскурсией; это дело долгое.

Она поколебалась, но затем уступила и поспешила догнать группу. Оставшись один, Флеминг проверил цифры и, забрав блокнот, подошел к входному устройству машины.

— Ну и задам же я тебе задачку,— произнес он вслух, обращаясь к машине и, усевшись, принялся печатать на входном телетайпе. Едва он закончил, как возвратилась Андромеда.

— Я думал, ты пошла смотреть ракеты.

Она пожала плечами:

— Это не интересно.

Лампочки на индикаторной панели замигали быстрее, и вдруг раздался пулеметный треск неистово заработавшего печатающего устройства.

Андромеда удивленно оглянулась: — Что происходит?

Флеминг быстро подошел и стал просматривать цифры, выбиваемые на бумажной ленте. Он улыбнулся:

— А твой приятель, вроде, вышел из себя.

Девушка приблизилась и заглянула через его плечо.

— Но это же не имеет смысла!

— Точно.

Треск оборвался так же неожиданно, как и начался.

— Что вы сделали? — спросила девушка. Она в недоумении просмотрела цифры. — Это не имеет никакого смысла.

Флеминг улыбнулся. — Не имеет. Просто она немножко заболталась. Я думаю, что у нее психическое расстройство.

— Что вы сделали с машиной? — Она двинулась к стержням, но он задержал ее.

— Не подходи туда.

Она остановилась в нерешительности:

— Что вы сделали?

— Ввел кое-какую информацию.

Девушка увидела блокнот, лежащий на клавишах входного телетайпа. Она медленно приблизилась и прочитала.

— Это же мое кодовое обозначение — обращение!

— С отрицательным знаком, — согласился Флеминг.

— Машина подумает, что я мертва!

— Я и хотел, чтобы она так подумала.

Андромеда в замешательстве посмотрела на него. — Почему?

— Я хотел, чтобы она поняла, что не все может делать по-своему.

— Но это было очень неумно.

— Похоже, что она высоко тебя ценит, — насмешливо сказал Флеминг.

Андромеда посмотрела на индикаторную панель:

— Я должна сообщить машине, что жива.

Он крепко держал ее за руки:

— Нет!

— Я должна. Она думает, что я умерла, и я должна сказать, что нет.

— Тогда я буду говорить ей, что да. Я могу играть в эту игру до тех пор, пока она не потеряет всякое представление и о том, что есть, и о том, что будет.

Он выпустил одну из ее рук и взял с клавиатуры блокнот.

— Отдайте мне это! — Андромеда вырвала другую руку. — Вы ведь все равно не сможете победить! — Она отбежала в сторону и, когда Флеминг сделал движение, чтобы остановить ее, вдруг закрычала:

— Оставьте меня одну! Уходите! Выйдите отсюда!

Они стояли лицом к лицу, не в силах сдвинуться с места, оба дрожащие от возбуждения. Но вот Флеминг крепко обнял ее и притянул к себе. От ее волос исходил тонкий и нежный запах. — Да ты теперь душишься! — удивился он.

— Отпустите меня. Я позову охрану.

Флеминг засмеялся. — Только попробуй!

Она разжала губы, и в этот момент он поцеловал ее. Затем, отстранив от себя и удерживая за руки, внимательно посмотрел ей в глаза:

— Приятно или неприятно?

— Пожалуйста, оставьте меня одну. — В ее голосе прозвучала неуверенность. Она как-то смущенно отвела взгляд.

Снова притянув ее к себе, он ласково заговорил:

— Разве тебе не нравится прикосновение губ? Вкус пищи, аромат и сладость свежего воздуха, холмы, там за проволокой, и солнце, и тени на них? Не нравится пение жаворонка? И общество человеческих существ?

Она медленно покачала головой:

— Они не имеют для меня значения.

— Не имеют? — Он говорил, и их губы почти соприкасались. — Они не принимались во внимание каким-то бесплотным разумом, там наверху, разумом, которому ты теперь обязана сохранять верность, но для органической жизни они важны, ты поймешь это.

— Все это можно учесть.

— Но их же не было в расчетах?

— Их можно ввести. — Она снова посмотрела на него. — Вам не удастся победить нас, доктор Флеминг. Прекратите эти попытки, пока они не принесли вам вреда.

Он отпустил ее:

— А что, мне, возможно, будет причинен вред?

— Да.

— Почему же ты меня предупреждаешь?

— Потому что вы мне нравитесь, — просто ответила Андромеда, и он улыбнулся ей.

— Вот ты и говоришь, как человеческое существо.

— Тогда мне пора остановиться. Теперь, пожалуйста, уходите.

Флеминг упрямо не двигался с места.

В ее голосе зазвучала не слыханная им прежде мольба, а лицо стало несчастным. — Пожалуйста... Вы хотите, чтобы я была наказана?

— Кем?

— Кем же вы думаете? — Она бросила быстрый взгляд на стойки контрольных блоков машины. Флеминг был захвачен врасплох: ни о чем подобном он никогда не думал.

— Наказана? Вот новость! — Он положил в карман исписанный блокнот и пошел к двери.

Девушка проводила Флеминга взглядом. Затем, словно против воли, медленно подошла к индикаторной панели. Она подняла руки, чтобы прикоснуться к стержням, но заколебалась. Ее лицо исказилось от напряжения, но она, преодолев себя, дотронулась до пластин. В первое мгновение ничего не произошло и только огоньки замигали быстрее, пока машина усваивала информацию. Затем стрелка вольтметра над панелью неожиданно подскочила.

Андромеда вскрикнула от боли и попыталась оторвать руки от пластин, но напряжение цепко держало их. Тонкая стрелка прибора опустилась, но лишь затем, чтобы взвиться опять, и девушка снова вскрикнула... И так было в третий раз, и в четвертый, и еще, еще и еще...

Обнаружила ее Джуди. Она вошла через несколько минут, разыскивая Флеминга, и к ужасу своему увидела, что девушка, скорчившись, лежит на полу, на том же месте, где лежала когда-то Кристин.

— Нет! — вырвалось у Джуди. Она бросилась к Андромеде, повернула ее на спину. Девушка тихо застонала, когда Джуди дотронулась до нее, и, всхлипывая, тяжело повернулась на бок, осторожно держа перед собою сложенные вместе руки. Джуди приподняла и устроила у себя на коленях ее голову. Затем осторожно развела руки девушки. Они сплошь почернели от ожога, кроме тех мест, где красная плоть была обнажена до самых костей.

Джуди осторожно и нежно опустила их.— Как это случилось?

Андромеда снова застонала и открыла глаза.— Ваши руки,— пояснила Джуди.

— Их можно легко восстановить.— Голос девушки был еле слышен.

— Что случилось?

— Какая-то ошибка, и все.

Джуди оставила ее лежать и бросилась звонить доктору Хантеру.

С этой минуты события развивались с катастрофической быстротой. Хантер наложил на руки Андромеды временные повязки и попытался уговорить ее пойти в местный лазарет. Однако та отказалась уйти от машины, не повидавшись с Мадлен Дауни.

Несмотря на страдания от перенесенного шока, она просматривала принесенные Дауни материалы, до тех пор, пока не нашла раздел, относящийся к той части формулы ДНК, которая была ответственна за производство ферментов.

— Что я должна с этим сделать? — Дауни с сомнением глядела на рулоны ленты, покрытой цифрами.

— Найдите формулу живой ткани,— сказала Андромеда и потом сама отнесла бумаги к машине. Дауни, Хантер и Джуди с трепетом наблюдали, как она встала между стержнями и протянула к ним свои забинтованные руки. На сей раз никакого несчастья не произошло, и вскоре машина начала печатать.

— Это формула фермента. Вы сможете легко его изготовить.— С этими словами девушка показала Дауни на вышедшую из печатающего устройства бумажную полосу и затем обратилась к Хантеру:

— Теперь мне хотелось бы лечь. Когда профессор Дауни приготовит фермент, воспользуйтесь любовью лекарственной основой и приложите его к моим рукам. Сделайте это, как можно скорее.

Девушка болела несколько дней. Когда Дауни получила фермент, Хантер стал делать ей перевязки. Заживляющее действие мази было фантастическим: буквально за несколько часов новая ткань — мягкая естественная, а не грубая ткань шрамов, заполнила раны, образовав на ладонях девушки свежий слой бледно-розовой кожи. К тому времени как Андромеда оправилась от последствий электрического шока, кожа ее совершенно обновилась.

Между тем Хантер доложил о происшедшем Джирсу, и тот потребовал к себе Флеминга. Директор, все еще не уверенный в исходе несчастного случая, сидел с поджатыми губами, снедаемый беспокойством; короткая весна его благорасположения прошла.

— Так, значит, это вы решились вывести машину из равновесия! — бросил он Флемингу через стол, и тяжело опустил кулак на полированное дерево.— Вы ни с кем не проконсультировались — вы для этого слишком умны. Так умны, что машина разлаживается, и, проклятые, чуть не убивает девушку!

— Если уж вы даже не хотите выслушать, что произошло... — Флеминг повысил голос, чтобы перекрыть голос Джирса, но тот оборвал его.

— Я знаю, что произошло!

— Она знала, что должна быть наказана. Она должна была прогнать меня, и стереть то, что я ввел в машину, но она этого не сделала, не решалась сделать. Она предупредила меня, дала мне уйти и тогда

пошла и прикоснулась к коммуникационным стержням...

— А я-то думал, что вас там уже не было! — перебил его Джирс.

— Конечно, я уже ушел. Я говорю вам о том, что с неизбежностью должно было произойти: она дала знать машине, что жива, что той была сообщена ложная информация, что источник информации был поблизости, и она, Андромеда, вовремя не избавилась от него. И тогда машина наказала ее, дав ей серию ударов высоким напряжением. Машина-то теперь знает, как это делается,— на Кристин научилась.

Директор слушал, не скрывая нетерпения.

— Это все ваши догадки,— произнес он.

— Это не догадки, Джирс. Это действительно произошло, только я не сообразил вовремя.

— Пропуск у вас с собой? — Джирс в упор смотрел на Флеминга.— Пропуск в здание счетной машины?

Флеминг презрительно фыркнул и принялся рыться в кармане.— На этом вам меня не поймать. Он в полном порядке.

Флеминг протянул пропуск. Джирс взял пропуск, внимательно изучил его и медленно разорвал.

— Это чему-нибудь поможет?

— Мы не можем больше терпеть вас, Флеминг. Ни минуты долее.

Теперь уже Флеминг ударил по столу.— Я остаюсь в Центре!

— Оставайтесь, где вам угодно, но с машиной вы больше дела иметь не будете.

...Получилось так, что Дауни первая навестила опального Флеминга. Она застала его дома, когда он смотрел по телевидению выступление Премьер-министра.

— Заходите,— сказал он просто,— садитесь,— и расчистил для нее место в ногах своей койки.

Она смотрела на мерцающий голубой экран и пыталась проникнуться доверием к уверенному, интеллигентному лицу и медленной речи Премьер-министра. Флеминг сидел, смотрел и слушал вместе с ней.

«Никогда еще со времени безмятежных лет правления королевы Виктории, никогда еще наша страна не имела пред собою столь ясных установок в области промышленности, технологии и обороны...».

Дауни почувствовала, что ее внимание начинает рассеиваться.— Извините, если я помешала...

— А вы не помешали.— Он сгорчил телевизору гримасу.— Приверните старого идиота!

Поднявшись, он сам выключил телевизор, а затем стал смешивать ей коктейль.— Визит вежливости?

— Я вот шла на счетную машину, да увидела свет у вас в окне. Спасибо.— Она взяла у него стакан.

— Работаете сверхурочно? — спросил он.

Дауни подняла стакан на уровень глаз и посмотрела поверх него на Флеминга.— Доктор Флеминг, я некогда говорила в ваш адрес кое-что весьма неслестное...

— О, не вы одна.

— Насчет вашего отношения...

— Так я ведь ошибался, не правда ли? Премьер-министр говорит, что так. Ошибался и выгнан.— Он сказал это скорее с горечью, чем со злобой, и плеснул немного виски в свой стакан.

— Так вот, я никак не пойму,— сказала Дауни.— Начинаю не понимать. С одной стороны, это пред-



ставляется достаточно разумным — употреблять с пользой то, что мы теперь имеем, вернее, то, что дали нам вы.

— Не сыпьте соли на раны.

— И все же, я не знаю. Здесь есть что-то нездоровое, в могуществе такого рода. Вы видите, как это действует на здешних, да и на правительство. — Она кивнула в сторону телевизора. — Как будто совсем нормальные, вполне разумные люди оказались во власти не принадлежащих им устремлений. Я думаю, что мы оба ощущаем это. И все же, пока дело кажется достаточно безобидным.

— Так ли?

Она рассказала Флемингу об открытии фермента.

— Это же благодеяние. Он поистине восстанавливает клетки. Это должно действовать на все — от приживления пересаженных тканей до процессов старения. Это крупнейший вклад в медицину после антибиотиков.

— Ну да, божий дар миллионам.

— Куда же все это заведет нас?

По-правде говоря, Дауни не надеялась на ответ, но она получила его.

— Всего год назад машина не имела никакого влияния за пределами своего здания, но даже и тогда мы были у нее в подчинении. — Флеминг говорил без всякого чувства, точно повторяя старые истины. — Сейчас от нее зависит целая страна. Что произойдет потом? Вы же ведь слышали Премьер-министра? Мы

двинемся вперед, снова станем главной силой в мире, а кто будет стоять за спинкой трона?

Как минутой раньше это сделала Дауни, он кивнул на телевизор. Ей показалось, что разговор утомил Флеминга. Он машинально подошел к проигрывателю и включил его.

— Сумели бы вы взять надо всем этим контроль? — Дауни не хотела упускать нить разговора.

— Если это уже не слишком поздно.

— Что бы вы стали тогда делать?

— Как можно больше запутывать машину. — Он начал перебирать стопку долгоиграющих пластинок. — Машина знает это. Сейчас у нее есть создание, чтобы шпионить за мной. Машина и устроила так, чтобы меня выставили. «Вы не можете победить», — сказала мне эта кукла.

— Так и сказала?

Флеминг кивнул, и Дауни нахмурилась:

— Не знаю. Может быть, это неизбежно. Может быть, это эволюция.

— Знаете... — Он отложил пластинку и всем телом повернулся к ней. — Я могу предвидеть, что настанет время, когда мы создадим высшую форму разумной жизни, которая, в конечном счете, все от нас унаследует. И, вероятно, она будет вроде этой... Но ведь мы создадим ее сами, и мы сможем спроектировать ее для нашего собственного блага, или для блага в том смысле, как понимаем его мы. В программе этой машины условия нашего блага нет, или, если оно и было, с ним что-то не получилось.

Дауни допила коктейль. Да, в том, что он говорил, была здравая логика, которой она прежде не ощущала. Как ученый-экспериментатор она чувствовала, что должен существовать какой-нибудь способ проверки его рассуждений.

— А может кто-нибудь разобраться в этом, кроме вас? — спросила Дауни.

Флеминг отрицательно потряс головой:

— Никто из всех этих.

— А я могу?

— Вы?

— Я же имею туда доступ.

Флеминг немедленно утратил интерес к записям. Его лицо осветилось, будто слова Дауни замкнули в нем какие-то контакты.

— Да... Почему бы и нет? Мы можем попробовать один экспериментик.— Он взял со стола блокнот с записанным в нем обращенным кодовым наименованием.— Есть у вас там кто-нибудь, чтобы ввести это в машину?

— Андрэ? — Звать девушку сокращенным именем уже вошло в привычку в городке.

— Нет. Только не она. Что бы вы ни делали, ей не доверяйте.

Дауни вспомнила о новичке-операторе. Она взяла блокнот, и Флеминг показал ей раздел, который нужно было ввести.

— Я совсем ничего не понимаю. Приходится сделать такой вывод,— пожаловалась Дауни.

Вскоре они распрощались. Пока Дауни шла по территории, ее сопровождали звуки музыки, доносившейся из домика Флеминга. Войдя в здание счетной машины, она уже ничего не слышала, кроме гудения аппаратуры.

Андрэ находилась в помещении пульта управления, там же был молодой оператор. После случившегося Андромеда еще более замкнулась. Она, как тень, блуждала по зданию и редко покидала его. Девушка не делала попыток заговорить с кем-нибудь и, хоть никогда и не выказывала враждебности, держалась совершенно обособленно. Со слабым интересом она взглянула на вошедшую Дауни.

— Ну, как здесь идут дела? — спросила та.

— Мы ввели все данные,— сказала Андрэ.— Скоро вы должны получить уточненную формулу фермента.

Дауни отошла и встала рядом с оператором, сидевшим у входного устройства. Это был молодой человек, совсем свеженький выпускник колледжа, который, не задавая лишних вопросов, выполнял все, что ему говорят.

— Введите и это тоже, хорошо? — Дауни передала ему блокнот. Он укрепил его над клавиатурой и начал печатать.

— Что там? — спросила Андромеда, услышав звук.

— Мне нужно кое-что посчитать.— Дауни не давала ей приблизиться. Вдруг лампочки на индикаторной панели принялись неистово мигать.

— Что вы ввели в нее? — Андрэ попыталась дотянуться до блокнота и прочла то, что в нем было.— Где вы это взяли?

— Это мое дело,— ответила Дауни.

— Зачем вы вмешиваетесь?

— Пожалуй, лучше оставьте-ка нас вдвоем,— сказала Дауни оператору. Тот поднялся и покорно побрел к выходу. Андрэ дождалась его ухода.

— Я не хочу для вас никакого зла,— сказала она тогда, и в ее голосе действительно не было злобы.— Зачем вы вмешиваетесь?

— Да как вы смеете так говорить со мной? — Дауни понимала, что ее слова звучат слабо и смешно, но у нее имелся лишь один единственный довод: — Я создала вас, ...я сделала вас!

— Вы сделали меня? — Андрэ с презрением взглянула на нее, затем подошла к индикаторной панели и положила руки на стержни. Сигнальные лампочки немедленно повели себя спокойно, но их оживленное мигание продолжалось все время, пока девушка стояла там, сильная и непреклонная, как юное божество. Минуту спустя она отошла и остановилась, глядя на Дауни.

— Мы начинаем уставать от всех этих шуточек,— спокойно, словно делая заявление, сказала она.— Ни вы, ни доктор Флеминг, ни кто-нибудь другой не сможет теперь встать между нами.

— Если вы пытаетесь запугать меня...

— Я не знаю, какую работу вы только-что начали. Я не могу нести за нее ответственность.— Казалось, Андромеда смотрит сквозь Дауни. С шумом включилось выходное устройство, заставив Дауни вздрогнуть. Следом за Андрэ она направилась к пульта, а когда подошла, все уже было напечатано. Андрэ внимательно просмотрела бумажную ленту, а затем, оторвав ее, отдала Дауни.

— Ваша формула фермента.

— Здесь все? — Дауни почувствовала облегчение.

— Вам этого недостаточно? — спросила Андрэ.

Дауни пошла к выходу, и Андрэ с неподвижным враждебным лицом провожала ее глазами.

В это время с Дауни работали трое ассистентов: старший научный сотрудник и двое помощников — аспирантов: молодой человек и девушка. Они сообразно принялись за осуществление химического синтеза на основе новой формулы. Работа в лаборатории включала в себя много возни, которую приходилось делать прямо руками. Впрочем, никого из них это не беспокоило. Но к концу второго дня работы все стали ощущать признаки утомления и нарастающей слабости. Казалось, для этого не было причин. Люди продолжали работать. Однако к вечеру третьего дня девушка свалилась с ног, следующим утром неожиданно слегла Дауни, а за ней — пожилой химик.

Хантер заставил их лечь в лазарет, где вскоре к ним присоединился и молодой человек. Болезнь быстро прогрессировала; она не сопровождалась ни лихорадкой, ни воспалительными процессами, но ее жертвы буквально переставали жить. Клетки умирали, основные процессы метаболизма замедлялись или останавливались, один за другим эти четверо слабели и впадали в беспмятство. Хантер был в отчаянии. Он обратился к Джирсу. Джирс окружил все происходящее стеной молчания.

Флеминг узнал детали только на четвертый день, когда ему об этом рассказала Джуди, нарушив правила секретности. Он немедленно позвонил Рейнхарту, попросил его приехать из Болдершоу и уговорил Джуди разыскать для него научную документацию Дауни. Когда она принесла ему бумаги, он на всю ночь заперся с ними в своей комнате и появился утром, мрачный, но довольный. К этому времени девушка-ассистентка была уже мертва...

Конец

На этом мы заканчиваем публикацию отрывков из романа, недавно выпущенного издательством «Мир». В заключение кратко расскажем о событиях, которыми посвящены последние страницы романа.

Итак, Мадлен Дауни и ее помощники умирают... Тщательно изучив материалы эксперимента, Флеминг обнаруживает, что вместо фермента, стимулирующего деятельность клеток, машина выдала формулу антифермента, губительное действие которого и испытывали на себе биохимики. Он исправляет ошибку в схеме молекулы и убеждает Хантера синтезировать фермент заново, чтобы попытаться с его помощью помочь больным. Двоих удается спасти.

У Флеминга больше нет сомнений: машина — посланец враждебной цивилизации. Он решает действовать. Приехавший по его вызову Рейнхарт, так же как и Джуди, не требует дополнительных доказательств враждебности машины. С помощью Осборна, которого Рейнхарт сумел уговорить приехать в Торнесс, всем четверым удается вечером проникнуть в машинный зал. Профессор и Осборн вскоре уходят, оставив Флеминга и Джуди у машины. Флеминг должен «поговорить» с машиной, чтоб получить окончательные доказательства ее враждебности, которые требует Осборн.

Флеминг повторяет старый трюк, сообщая машине о мнимой смерти Андромеды. Но девушка неожиданно появляется в машинном зале. Она не замечает спрятавшихся Флеминга и Джуди, подключается к машине и падает замертво, получив удар высоким напряжением. Флемингу не нужно больше никаких доказательств. В ярости, схватив лом, и не обращая внимания на пытающуюся помешать ему Джуди, он разрушает аппарат.

Все кончено. Флемингу с Джуди удается беспрепятственно добраться до железнодорожной станции, где Рейнхарт и Осборн ждут результатов проверки. Узнав о гибели машины, Осборн приходит в отчаяние, резонно решив, что все они неминуемо окажутся за решеткой. Однако Рейнхарт, сохраняющий присутствие духа, разрабатывает план отступления, согласно которому Джуди и Флеминг должны как ни в чем не бывало вернуться в городок. Пусть думают, что Андромеда сама разрушила машину, мстя ей за наказание. Ведь девушка мертва и не сможет рассказать правду.

Флеминг возвращается домой. Он поворачивает

выключатель и в ужасе застывает, увидев перед собой Андромеду. Да, она не умерла. Ведь она выносливее обычных людей. Ее руки страшно обожжены, она почти теряет сознание, но она жива! Более того, она даже рада уничтожению машины, рада избавлению от своего электронного повелителя.

Но радость девушки меркнет, когда она узнает, что Флеминг не сумел уничтожить оригинальной записи космической радиопередачи: запись хранилась в сейфе, дверцы которого устояли против ударов лома. Значит машину можно восстановить, и все начнется сначала! Но у Андромеды есть ключ от сейфа; правда, проникнуть к сейфу без пропуска нельзя. Туда должна пойти Андромеда. Девушка неохотно соглашается и уходит. Она должна сжечь записи.

Флеминг ждет Андромеду. Теперь он уже волнуется за своего недавнего врага. Из окна он видит, как здание машины окутывается дымом. Тревога! Бегут вооруженные солдаты, дан приказ стрелять в неизвестных злоумышленников, поджегших машину. Вдруг в свете прожектора мелькает фигура Андромеды, с трудом пробирающейся между постройками к домику Флеминга. Пренебрегая опасностью, Флеминг бросается к ней на помощь. Он находит девушку, но вернуться с ней к себе домой уже не может, опасаясь попасть под пули. Тогда Флеминг решает увести Андромеду с территории городка и переждать эту безумную ночь. Чудом ему удается сделать это. Выбившийся из сил, движимый смутным воспоминанием, он спускается с Андромедой к темному причалу, берет моторную лодку и плывет к птичьему островку — Торхольму, где когда-то давно они с Джуди нашли глубокий грот: по крайней мере там можно спрятаться от разыгравшейся снежной бури.

Когда беглецы достигают островка, обессилевшая от боли и волнений Андромеда уже еле стоит на ногах. Флеминг ведет ее в глубь пещеры, стремясь найти удобное для ночлега место. Вдруг он обнаруживает, что девушка исчезла. Он бросается назад, тщетно зовет и ищет ее. Она потерялась в лабиринте темных переходов и расщелин. Поиски приводят Флеминга в большой грот с песчаным грунтом. На песке видны следы ног девушки. Флеминг в ужасе останавливается: следы обрываются у кромки черной воды подземного озера...

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «МИР»

(Продолжение. Начало на стр. 31, 54)

Ж. ОБУЭН. Геосинклинали. Проблемы происхождения и развития. Перевод с английского. Амстердам, 1965. 32 л. (Серия «Науки о Земле»). Книга рассчитана на геологов-тектонистов и специалистов, интересующихся вопросами эволюции Земли; может быть пособием для студентов геологических вузов и физико-географов.

Природа метаморфизма. Ред. У. С. Питчер, Г. У. Флинн. Перевод с английского. Эдинбург, 1965. 32 л. (Серия «Науки о Земле»). В книге приведены материалы многочисленных исследований минералов переменного состава.

Проблема палеоклиматологии. Ред. А. Э. М. Нэри. Перевод с английского. Лондон, 1964. 60 л.

(Серия «Науки о Земле»). Книга рассчитана на геологов, геофизиков, палеонтологов, географов, зоологов, почвоведов.

У. САЛЛИВАН. Мы не одни! Перевод с английского. Нью-Йорк, 1965. 15 л. (Космические исследования). Видный американский популяризатор У. Салливан захватывающе интересно рассказывает о проблемах жизни вне Земли и существовании внеземных разумных существ.

(Окончание на стр. 95)



КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Международный год спокойного Солнца на марках

Программа МГСС (1964—1965 гг.) предусматривала совместное сотрудничество ученых разных стран в области исследования солнечной активности, полярных сияний, геомагнетизма, ионосферы, космических лучей. Особый интерес в программе МГСС, как и в ранее осуществленной программе МГГ, представлял сбор научных материалов на станциях, расположенных в полярных районах Земли.

Почтовые ведомства в течение всего периода МГСС издавали почтовые марки и другие филателистические материалы, популяризируя международное сотрудничество ученых.

Первым отметило начало работ по программе МГСС Министерство связи СССР, выпустившее в обращение 1 января 1964 г. три почтовые марки, конверт и организовавшее в этот же день гашение марок специальным почтовым штемпелем в Москве на Главном и Международном почтамтах. Рисунки марок и конверта выполнены коллективом художников Лесегри (Б. Лебедев, Л. Сергеев, М. Гринберг). На марке 4 коп. изображен радиотелескоп для изучения Солнца, на марке 6 коп.— эмблема МГСС, на



1—2 — Советский
Союз

3—5 — Куба

6 — Болгария

марке 10 коп.— корпускулярное излучение Солнца, пронизывающее земную атмосферу.

Отличительная черта марок, посвященных МГСС,— эмблема МГСС — окруженное протуберанцами Солнце и земной шар с круговой орбитой спутника. Многие помнят эмблему МГГ. Теперь она стала частью эмблемы МГСС, символизируя тесную связь и преемственность научной основы обеих программ.

Некоторые почтовые ведомства не ограничились выпуском марок с эмблемой МГСС и в художественной форме отразили проблемы, над которыми работали ученые в период Международного года спокойного Солнца. Так, почта Кубинской Республики посвятила МГСС 6 марок и блок. Рисунки марок и блока выполнены художником Гилермо Менендес.

На трех марках этой серии помимо эмблемы МГСС изображены рисунки, взятые из книги «Наша незнакомая планета» Б. И. Силкина, В. А. Троицкой, М. В. Шебалина (издательство «Наука»). На марке в 1 с.— магнитосфера Земли и пути частиц, вторгающихся из космического пространства в магнитное поле Земли. На марке в 6 с.— Земля, слой верхней атмосферы, пояса заряженных частиц. На марке в 30 с.— ионосфера, волновое и корпускулярное излучение Солнца, возникающее при вспышке.

Многие почтовые ведомства уделили внимание исследованиям в Антарктике. Это — большие серии марок Монгольской Народной Республики (8 марок) и Венгерской Народной Республики (9 марок) и 1 блок, причем марки и блок выполнены с зубцами и без зубцов).

7—10 — Венгрия
11—12 — Польша



Интересна и хорошо выполнена венгерская марка в 2 форинта, изображающая полярное сияние и обитателей Антарктики — пингинов.

Очень красиво и весьма наглядно на одной из марок в 1,5 фор. венгерский художник Циглени рассказал о геомагнетизме: земной шар пересекает магнитная стрелка, к концам которой сходятся магнитные силовые линии. Остальные марки ВНР посвящены изучению ионосферы (30 фор.), запуску ракеты с научной целью (60 фор.), радиоастрономии (80 фор.), метеорологии (1,7 фор.), изучению космоса с помощью искусственных спутников Земли (2,5 фор.). На последней марке этой серии изображена эмблема МГСС. На бло-

ке — Солнце с протуберанцами, снежинки и положение земного шара при обращении вокруг Солнца.

Болгарская Народная Республика выпустила три марки и на одной из них (2 стотинки) показана эмблема МГСС и Солнце.

Марки и блоки представляют интерес не только филателистический, но и познавательный. Таковы, например, три изящных блока в честь МГСС, выпущенные Германской Демократической Республикой. Рисунки блоков выполнены художником Урбштом. На блоке в 25 пфеннигов — исследование ионосферы, в 40 пф. — наблюдение за солнечной активностью, в 70 пф. — Земля в окружении поясов заряженных частиц.

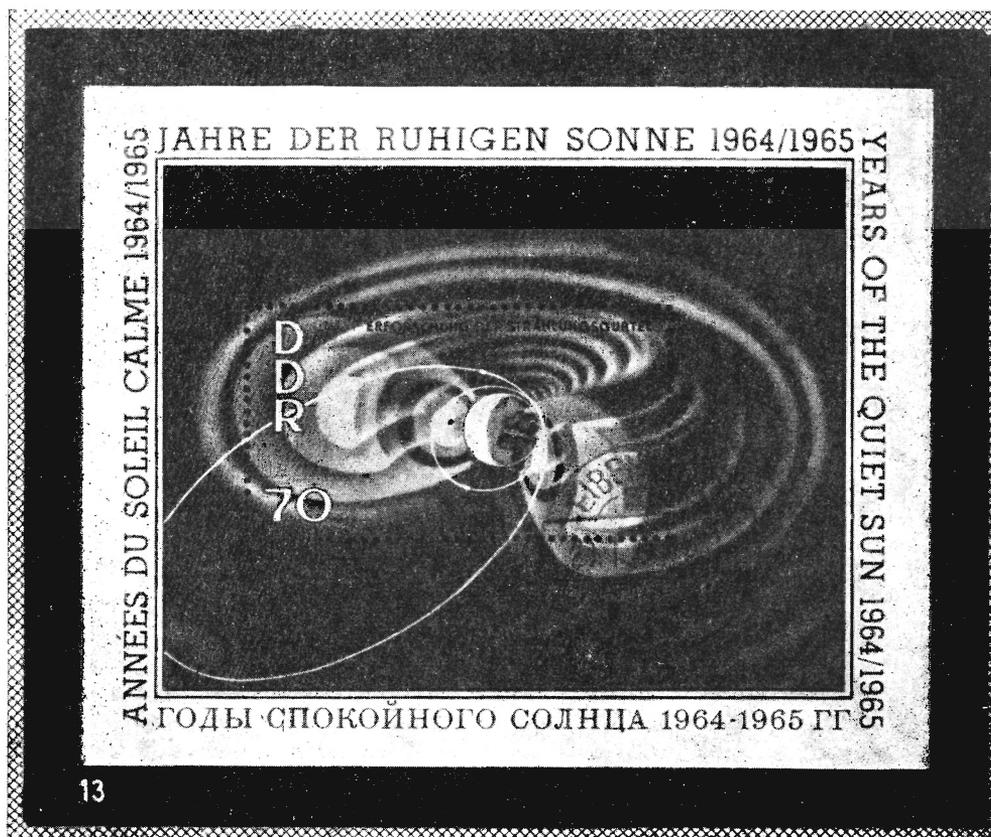
Республика Гана посвятила МГСС оригинально выполненные три марки и блок. На марках — эмблема МГСС, а по углам марок и на полях блока размещены искусственные спутники Земли.

Почта Мальдивских островов ограничилась выпуском в честь МГСС четырех красочно выполненных блоков.

На марках многих стран (Польша, Того, Дагомеи и др.) отражены исследования по программе МГСС, проводившиеся с помощью искусственных спутников Земли и космических ракет.

Всего программе Международного года спокойного Солнца посвящены 81 марка и 14 блоков, выпущенных в 24 странах.

Я. В. ГУРЕВИЧ





«Мы живем

в ледниковый период?»

Так названа вышедшая в свет книга кандидата географических наук В. М. Котлякова*. Среди широкого круга вопросов, о которых в ней рассказывается в популярной форме, наибольшее внимание уделено характеристике современных ледников Земли. Автор сообщает о новейших методах их изучения, об особенностях строения и распространения, о динамике роста и развития ледников и об их влиянии на характер движений земной коры, на климат планеты и хозяйственную деятельность человека. Читатель узнает также о некоторых малоизвестных явлениях природы, в том числе о таких, как снежные фонтаны и гейзеры, ледниковые миражи и «белая тьма», взрывающийся лед, подледные вулканические извержения, работа «снеговой метлы», ледяные метеориты.

Большой интерес вызывают данные о размерах и особенностях дрейфа грандиозных айсбергов, являющихся сползшими в море обломками ледниковых щитов. Будучи впаивными во льды Северного Ледовитого океана, они иногда создавали ложное впечатление у путешественников, принимавших их за новые, еще не открытые острова. Одним из таких островов была «Земля Санникова».

В книге приведены и некоторые сведения о древних оледенениях суши. В частности, сообщается, что наступление ледниковых периодов на Земле происходило через каждые 180—200 млн. лет. Последний ледниковый период, начавшийся не ранее чем

* В. М. Котляков. «Мы живем в ледниковый период?» Гидрометеорологическое издательство. Ленинград, 1966, стр. 236, ц. 51 коп.

1 млн лет назад и, возможно, продолжающийся поныне, является пятым по счету из установленных в истории Земли.

Касаясь вопроса о происхождении великих оледенений, В. М. Котляков справедливо отмечает его дискуссионность. Он указывает, что одни ученые ищут причину периодических изменений земного климата вне пределов солнечной системы, другие в деятельности Солнца, а третьи — в процессах, происходящих на нашей планете. Автор книги считает, что последний ледниковый период мог наступить без влияния каких-либо внезапных причин. Возникновению ледников благоприятствовало существование в конце доледникового времени обширных и высоко поднятых континентов.

Автор книги не заглядывает далеко в будущее. Он считает, что мы еще не можем ответить на вопрос: грозит ли нам новое нашествие ледников? Для ответа необходимо глубокое знание причин и закономерностей изменения современного климата и деятельности ледников, основанное на большом материале систематических научных наблюдений. По мнению автора, можно лишь гарантировать, что в течение нескольких ближайших столетий человечеству не грозит новое катастрофическое разрастание ледников.

Несмотря на то, что автор не делает далекого прогноза будущей геологической эволюции Земли, занятая им позиция в отношении причин оледенения все же подсказывает наиболее вероятный ответ на главный вопрос. Поскольку по сравнению с концом доледникового времени высота и площадь современных ма-



териков не испытала существенных изменений в сторону уменьшения, в существующих условиях потенциальные предпосылки для роста ледников весьма благоприятны. Поэтому современную эпоху можно рассматривать лишь как очередное межледниковье, за которым должно последовать новое значительное разрастание материковых и горных ледников. Кстати, такого же мнения, но уже исходя из других соображений, придерживаются ученые, считающие, что оледенения вызывались космическими причинами.

Однако не только нашествие ледников грозит неприятностями для человечества. Меньшей бедой было бы их полное таяние. В этом случае, как указывает автор, уровень Мирового океана повысился бы на 64 м. При этом оказались бы затопленными густонаселенные плодородные прибрежные равнины на площади 15 млн. км². Такое внезапное тая-

ние льда произойти не может, но данный пример красноречиво свидетельствует о том, какую роль в изменении лика Земли могут сыграть ледники и как важно их всестороннее и систематическое изучение.

Знакомя нас с последними достижениями науки о ледниках (гляциологии), автор в то же вре-

мя живо рассказывает о трудной, подчас опасной, но чрезвычайно интересной работе ученых-гляциологов. В книге немало увлекательных эпизодов освоения ледников Арктики и огромных ледниковых щитов Гренландии и Антарктиды.

Можно с уверенностью сказать, что книга В. М. Котлякова пред-

ставляет интерес для всех, кто интересуется науками о Земле. Не исключено, что найдется немало молодых людей, которые, прочтя книгу, захотят посвятить свою жизнь интересной и увлекательной работе по изучению ледников нашей планеты.

С. П. ГОРШКОВ, кандидат геолого-минералогических наук

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «МИР»

(Окончание. Начало на 31, 54, 90 стр.)

Т. ТАЗИЕВ. Землетрясения и вулканы. Перевод с французского. Париж, 1962. 15 л. (Геофизика). Автор книги известен как бесстрашный исследователь вулканов, автор книг «Вулканы» и «Встреча с дьяволом». В новой книге Тазиев выступает в качестве сейсмолога, специалиста по изучению землетрясений. Подробно и увлекательно автор рассказывает о землетрясениях, их истории и географии.

У. С. ФАЙФ. Введение в геохимию твердого тела. Перевод с английского. Нью-Йорк, 1964. 14 л. (Геохимия). Вспомогательное пособие для студентов, изучающих основы минералогии, петрографии и геохимии. Оно заинтересует широкий круг читателей, так как в книге популярно изложены основы химии и физики твердого тела.

Читатели «Земли и Вселенной» могли получить представление о достоинствах еще двух книг, выпускаемых в 1967 г. издательством «Мир», по опубликованным в нашем журнале отрывкам. Мы имеем в виду следующие книги:

П.-А. МОЛЕН. Охотники за тайфунами. Перевод с французского. Париж, 1964. 18 л. (Популярная литература).

О. СТРУВЕ, В. ЗЕБЕРГС. Астрономия XX века. Перевод с английского. Чикаго, 1962. 25 л. (Астрономия).

СОВЕДУЕМ ПРОЧИТАТЬ

КНИГА О КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТАХ

Многие читатели нашего журнала интересуются вопросами механики космических полетов и теми книгами, в которых об этом достаточно подробно и в то же время популярно рассказывается. В этой связи хотелось бы обратить внимание на книгу Е. А. Гребенникова и В. Г. Демина «Межпланетные полеты» (издательство «Наука», 1965). Авторы, напомнив важнейшие сведения о строении солнечной системы, знакомят читателей с основами небесной механики и рассказывают об использовании ракет в исследовании космоса.

В доступной для широкого читателя форме в книге излагается методика вычисления межпланетных траекторий (траектории полета к Венере, Марсу и далеким планетам солнечной системы), рассматриваются возможности выведения космических аппара-



тов на орбиту спутников Марса и Венеры. В заключительной главе книги — «Возмущенное движение межпланетного корабля» вскрываются основные упрощения в приближенных расчетах, дается понятие об учете эллиптичности планетных орбит и их взаимного наклона, сил притяжения космического корабля другими планетами, а также рассматривается роль светового давления. В книге содержатся параметры перелетных траекторий на Марс и Венеру с использованием двигателей малой постоянной мощности. В приложении приведены формулы для решения простейших задач космонавтики.

ПЕРЕМЕННАЯ ЧАСТЬ «АСТРОНОМИЧЕСКОГО КАЛЕНДАРЯ»

Всесоюзное астрономо-геодезическое общество выпустило в издательстве «Наука» «Астрономический календарь» (Ежегодник) на 1967 год.

В эфемеридном отделе Календаря содержатся ежедневные сведения о восходе и заходе Солнца и Луны, даны экваториальные координаты этих светил, сообщаются важнейшие сведения о видимости планет, о предстоящих в 1967 г. затмениях (24 апреля — полное теневое лунное затмение, 9 мая — частичное затмение Солнца, 18 октября — полное теневое лунное затмение, 2 ноября — полное нецентральное солнечное затмение), явлениях в системе спутников Юпитера.

В отличие от предыдущего года в 1967 г. ожидается возвращение рекордного количества периодических комет за всю историю

астрономии. Их должно быть 13. В Календаре указаны даты предполагаемых прохождений комет через перигелий.

В 1967 г. любители астрономии будут иметь возможность наблюдать две малые планеты — Юнону (звездная величина в противостоянии 24 января $8^m,6$) и Весту (звездная величина в противостоянии 17 мая $6^m,2$). Экваториальные координаты этих планет приведены в Календаре через каждые десять дней около эпохи противостояния. Как и в предыдущие годы, в Календаре уделено большое внимание наблюдениям переменных звезд: опубликованы элементы 114 переменных звезд, блеск которых изменяется более или менее регулярно и которые в максимуме достигают 7^m , т. е. доступны наблюдению в призмный бинокль или небольшую зрительную трубу.

В обширном приложении к Календарю опубликованы следующие статьи и заметки: Б. А. Во-

ронцов-Вельяминов — «Полвека советской астрономии», В. В. Арсентьев — «Основные советские космические исследования 1964—1965 гг.», В. В. Базыкин — «Искусственные спутники Земли и космические объекты, запущенные в СССР с 16 июля 1965 г. по 21 марта 1966 г.», И. С. Щербина-Самойлова — «Солнечная активность в период МГСС», И. С. Щербина-Самойлова — «Солнечные магнитные поля и их связь с проявлениями солнечной активности», В. А. Бронштэн — «Появления комет в 1965 г.», Ю. Н. Ефремов — «Переменные звезды и звездная эволюция», М. М. Дагаев, В. В. Радзиевский — «Некоторые задачи любительских наблюдений», М. М. Дагаев — «Четвертый съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества», С. И. Селешников — «Юбилей отечественной и мировой астрономии в 1967 г.», Н. Б. Лаврова — «Литература астронома-любителя в 1965 г.».

Редакция журнала «ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ» благодарит читателей, ответивших на вопросы «А н к е т ы», разосланной с пятым номером журнала (1966 г.). Высказанные предложения и замечания, о которых мы сообщим в одном из следующих номеров, помогут сделать журнал еще более содержательным и интересным.

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. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, кандидат физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук
К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, кандидат техн. наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ

Научно-популярный
журнал
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»



Адрес редакции:
Москва, В-333,
Ленинский пр., 61/1.
Тел. АВ 7-78-14,
АВ 7-67-09

Художественный редактор
Л. Я. Шимкина

Корректоры: А. М. Балунова,
Г. Н. Нелидова

T-01012. Сдано в набор 28/X 1966 г. Подписано
в печать 6/1 1967 г. Формат 84 × 108¹/₁₆.
Бум. л. 3,0. Печ. л. 6,0(10,08). Уч.-изд. л. 10,9.
Заказ 1492. Тираж 38 500 экз.

Метеорный дождь Леониды наблюдался

Как уже сообщалось в журнале «Земля и Вселенная» (см. № 4, стр. 29—31 и № 5, стр. 85 и 93 за 1966 г.), в середине ноября 1966 г. ожидался максимум метеорного потока Леонид, причем не простой максимум, а настоящий звездный дождь. Уже в 1965 г. наблюдалось ежечасно 100 и более метеоров. По расчетам, в 1966 г. Земля должна была пройти через часть метеорного роя, отставшую на 18 месяцев от своей «прародительницы» — кометы Темпеля — Тутля.

К сожалению, трудно было точно предсказать момент максимума потока. Отдельные прогнозы расходились на 17 часов. Наиболее правильным оказался прогноз профессора И. С. Астаповича, основанный на анализе наблюдений потока за последние 200 лет. И. С. Астапович предсказал максимум потока на 17 ноября около 12 часов по московскому времени. На самом деле он наступил 17 ноября на три часа позднее.

На большей части Советского Союза наблюдать поток оказалось невозможным. Даже радиолокационные установки не могли зарегистрировать максимум, так как радиант, расположенный в созвездии Льва, в это время для южной и средней полосы Союза был под горизонтом.

Первое сообщение о звездном дожде поступило от полярников арктической станции Острова «Известий ЦИК» (северо-восточнее острова Диксон). Метеорный дождь продолжался там всего 40 минут: с 14 часов 55 минут до 15 часов 35 минут. Сотни метеоров летели с севера на юг (радиант находился на севере, низко над горизонтом). Некоторые метеоры достигали зенита, другие перелетали через зенит, третьи возникали в зените и летели на юг. Количество их оценивается до 5 и более в секунду, что означает около 20 000 в час. Многие метеоры оставляли после себя светлые следы.

Метеорный дождь (как сообщили из Главного управления гидрометслужбы) наблюдался на дрейфующей полярной станции СП-13, на станциях Тадибияга (Обская губа), островах Уединения, Исаченко, Голомянный (восточная часть Карского моря), Краснофлотских (пролив Шокальского), на острове Малый Таймыр, в Певеке (Магаданская область), Ванкареме (Чукотский по-

луостров), на острове Колючин (восточнее Ванкарема).

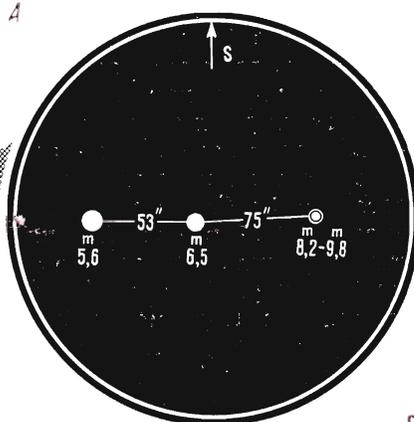
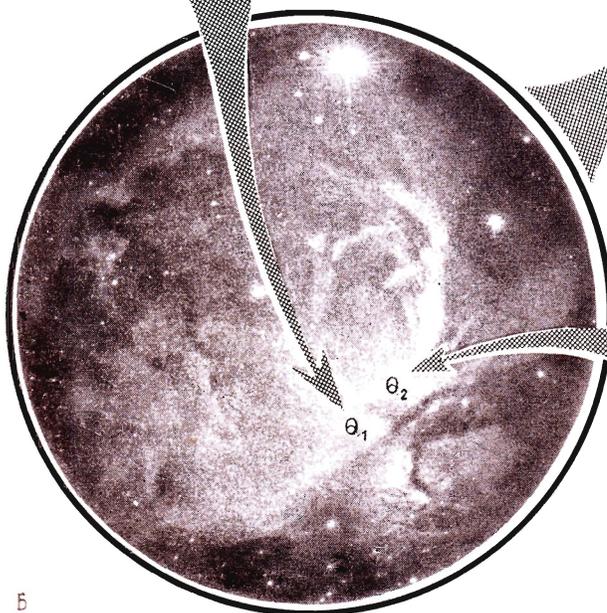
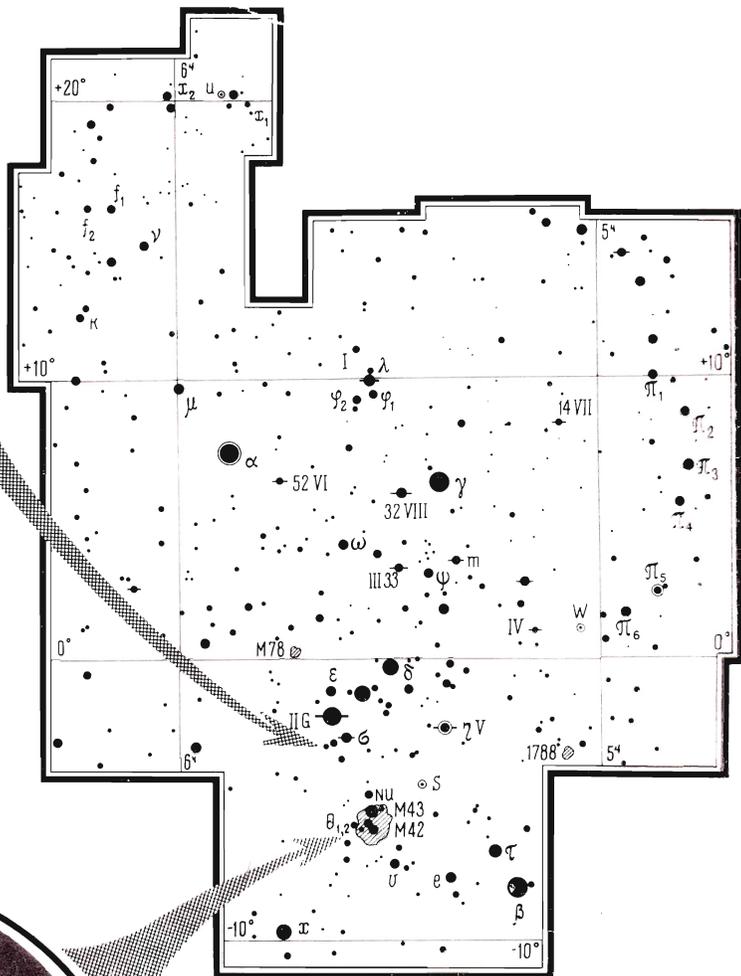
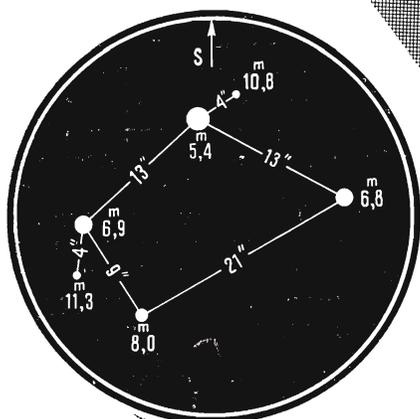
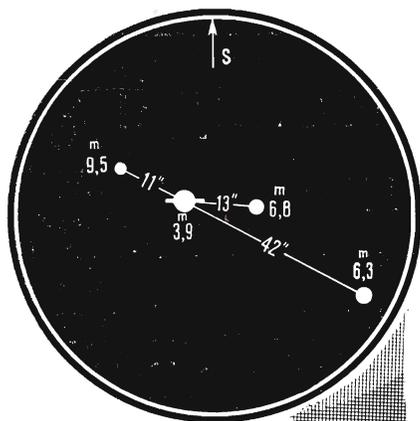
Полярники прислали подробные описания метеорного дождя. Многие отмечают полет «пачек метеоров» по 20—30 штук, после чего наступали кратковременные интервалы «затишья».

Еще более мощный звездный дождь наблюдался в Соединенных Штатах Америки, где радиант был почти в зените. По сообщению доктора Джерарда Койпера, переданному корреспонденту АПН в Вашингтоне, группа специально подготовленных студентов наблюдала это явление на обсерватории Китт Пик в штате Аризона. Сначала метеоров было мало, но около 11 часов по всемирному времени их число начало расти. По уточненным данным профессора Смитсоновской астрофизической обсерватории Фреда Уиппла, звездный дождь в Аризоне наблюдался в течение 10—15 минут, причем число метеоров доходило до 20 в секунду (70 000 в час). В южной части штата Нью-Мексико на обсерватории Северо-Западного университета (город Ла Крук) зарегистрировано 1000 метеоров в минуту (60 000 в час). Метеорный дождь видели также в штате Техас. Наблюдению в других штатах мешала облачность.

В Советском Союзе также был проведен ряд интересных наблюдений, хотя они и не приходятся на момент максимума. Московское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества организовало экспедицию в Ашхабад, которая отметила возрастание числа метеоров к утру 17 ноября до 50 в час. На следующую ночь метеоров было больше — до 65 в час. Близкие результаты получены экспедицией Киевского отделения ВАГО в Бюракане. Фотографии метеоров и их следов сделаны на обсерватории Астрофизического института АН Таджикской ССР в Душанбе и Метеорной станцией в Фирюзе (близ Ашхабада), где работала специальная камера для фотографирования длительных следов. Позднее мы опубликуем наиболее интересные фотографии.

В. А. БРОНШТЭН,
кандидат физико-математических наук

СОЗВЕЗДИЕ ОРИОНА



Цена 30 коп.



Индекс 70336