

ЗЕМЛЯ И

МАРТ-АПРЕЛЬ

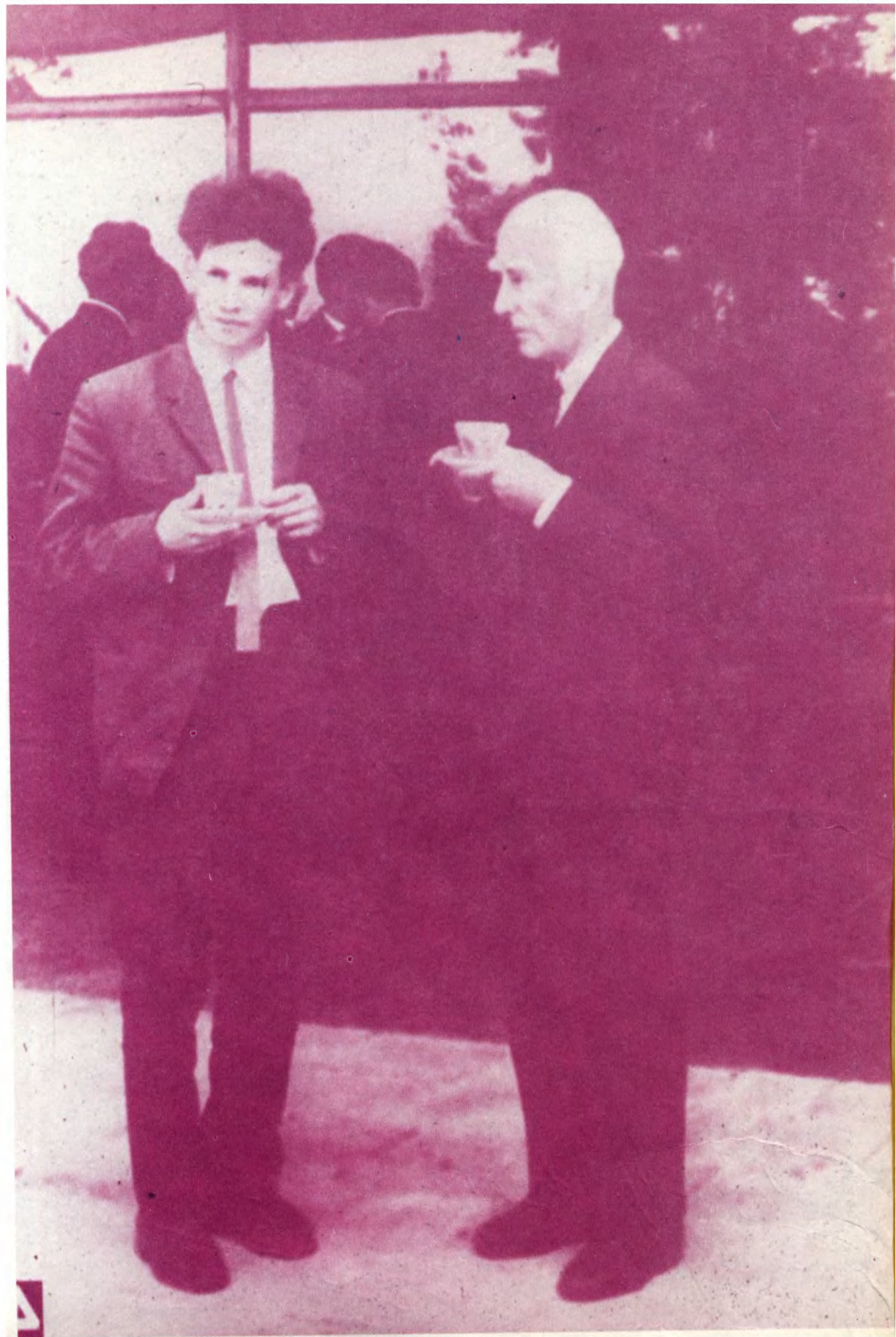
2/93

ISSN 0044-3948

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ВСЕЛЕННАЯ





Научно-популярный журнал
Российской Академии наук и
Астрономо-геодезического
общества
Издается с января 1965 года
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука», Москва



Редакционная коллегия:

Главный редактор
Член-корреспондент РАН
В. К. АБАЛАКИН
Зам. главного редактора
Академик
В. М. КОТЛЯКОВ
Зам. главного редактора
Доктор педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Академик
В. А. АМБАРЦУМЯН
Академик
А. А. БОЯРЧУК
Член-корреспондент РАН
Ю. Д. БУЛАНЖЕ
Доктор психологических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор физико-математических наук
А. А. ГУРШТЕЙН
Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН
Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО
Доктор физико-математических наук
И. Н. МИНИН
Член-корреспондент РАН
А. В. НИКОЛАЕВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
Кандидат педагогических наук
А. Б. ПАЛЕИ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор геолого-минералогических наук
Г. И. РЕЙСНЕР
Доктор химических наук
Ф. Я. РОВИНСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Академик
В. В. СОБОЛЕВ
Н. Н. СПАССКИЙ
Кандидат физико-математических наук
В. Г. СУРДИН
Доктор физико-математических наук
Ю. А. СУРКОВ
Доктор технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Академик АН Молдовы
А. Д. УРСУЛ
Доктор физико-математических наук
А. М. ЧЕРЕПАЩУК
Доктор физико-математических наук
В. В. ШЕВЧЕНКО
Кандидат географических наук
В. Р. ЯЩЕНКО

В номере:

- 3 КУРТ В. Г. Гамма-всплески
11 ЩЕПИНОВ С. А. Углекислый газ и климатические изменения

ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВИКА

- 18 ПАУЭЛЛ К. Золотой век космологии

АСТРОНОМИЯ

- 26 САЖИН М. В., СИДОРОВ В. М. Гравитационные линзы
31 МОСКАЛЕНКО И. В. Солнце — источник нейтрино высоких энергий

ЭКОЛОГИЯ

- 39 ГУРВИЧ Л. М. Можно ли предотвратить нефтяное загрязнение гидросферы!

ЛЮДИ НАУКИ

- 46 ЛИШЕВСКИЙ В. П. Малоизвестное о Ньюtone
50 ЕРЕМЕЕВА А. И. Некоторые подробности жизни Ньютона
53 ПИТ СМОЛДЕРС. Памяти Яна Оорта

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 60 ШОЛПО В. Н. Живая взаимосвязь геосфер
64 БУРДЮЖА В. В. Чтения, посвященные Я. Б. Зельдовичу

ЭКСПЕДИЦИИ

- 66 БОГДАНОВ Ю. А. Экспедиции к «черным курильщикам»

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 73 ЛЕСКОВ Л. В. Вселенная как лист Мёбиуса

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 79 ВЕЛЕЩУК П. Т. Возможности телескопа «Мицар»

ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

- 86 НЕЯЧЕНКО И. И. Киль

ПРОТИВ АНТИНАУЧНЫХ СЕНСАЦИЙ

- 88 АРХИПОВ А. В. Современные сказки о Луне

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ: Новые книги [17; 72; 95]; Новые метеориты 1992 года [37]; Новая гравитационная линза [38]; Ботаника и зоолог... на Венере [38]; Программа «Спейс Шаттл»: очередные полеты [44]; Когда Галактика была «юной»... [45]; Сейсмическая опасность в Северном море [52]; Кометное облако Оорта [56]; Зарегистрировано собственное радионезлучение ярких болидов [58]; Новые книги издательства «Наука» [59; 93]; «Большой взрыв» под вопросом [78]; Астропарк в Северной Ирландии [81]; Солнце в октябре — ноябрь 1992 года [82]; Снимок газовой туманности [83]; Особенности развития 22-го цикла солнечной активности [84]; Цифры обнадеживают [85]; Как «обезоружить» озеро Ниос? [87]; Проксима Центавра — периодическая переменная [94]

Заведующая редакцией
Г. В. МАТРОСОВА
Зав. отделом астрономии
Э. А. СТРЕЛЬЦОВА
Зав. отделом наук о Земле
Э. К. СОЛОМАТИНА
Зав. отделом космонавтики
А. Ю. ОСТАПЕНКО
Художественный редактор
М. С. ВЬЮШИНА
Литературный редактор
Е. А. НИКИТИНА
Младший редактор
И. В. ЗОТОВА
Корректоры:
В. А. Ермолаева
Л. М. Федорова
Обложку журнала оформила
М. С. Вьюшина
Номер оформили:
Ю. А. Тюришев
М. И. Россинская
Ю. В. Тимофеев

Адрес редакции:
117810, ГСП-1, Москва,
Мароновский пер., д. 26
ж-л «Земля и Вселенная»
Телефоны: 238-42-32
238-29-66

На 1-й стр. обложки: Старт ракеты «Титан-III» с космодрома на мысе Канаверал 25 сентября 1992 г. Космический аппарат «Марс Обсервер», введенный ею в космос, начнет новый этап в исследованиях Красной Планеты. Подробнее об этой экспедиции Вы прочтете в одном из ближайших номеров нашего журнала.

На 2-й стр. обложки: Ян Оорт и советский астрофизик Л. М. Озерной (ныне Л. М. Озерной работает в Центре космических исследований им. Годдарда, профессор) в кулуарах Международного симпозиума по нестационарным явлениям в галактиках. Бюракан, май 1966 г. (из фотоархива Е. П. Левитана, к статье «Памяти Яна Оорта»)

На 3-й стр. обложки: Крабы на поверхности сульфидной залежи (впадина Гуаймас, Калифорнийский залив Тихого океана). Глубина около 2000 м (Фото Ю. А. Володина, к статье „Экспедиции к «черным курильщикам»“)

На 4-й стр. обложки: Реликтовая постройка гидротермального поля ТАГ на дне Атлантического океана (Средне-Атлантический хребет). Манипуляторами с подводного аппарата «Мир» отбираются пробы. Глубина около 3500 м (Фото Ю. А. Володина, к статье „Экспедиции к «черным курильщикам»“)

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per. 26, f. 1965; 6 a year; publ. by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the earth and universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V. K. Abalakin, Deputies Editors V. M. Kotlyakov, E. P. Levitan.

Contents:

- 3 KURT V. G. The Gamma Bursts
11 SHCHEPINOV S. A. The Carbon dioxide and the climatic changes

AUSTRONAUTICS

- 18 POWELL C. Gold age of the cosmology

ASTRONOMY

- 26 SAZHIN M. V., SIDOROV V. M. The Gravity lenses
31 MOSKALENKO I. V. The Sun — Source of High Energy Neutrinos

ECOLOGY

- 39 GURVICH L. M. Can We Prevent Oil pollution of the Hydrosphere?

THE PEOPLE OF SCIENCE

- 46 LISHEVSKIY V. P. Unknown Newton
50 EREMEEVA A. I. Details of Newton's life
53 SMOLDERS P. In Jan Oort's memory

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 60 SHOLPO V. N. Living Interrelation of geospheres
64 BURDYUZH V. V. Readings Devoted to Ya. B. Zeldovich's memory

EXPEDITIONS

- 66 BOGDANOV Yu. A. Expeditions to "Black Smokers"

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 73 LESKOV L. V. The Universe as a Möbius sheet

AMATEUR ASTRONOMY

- 79 VELESHCHUK P. T. Possibilities of the Telescope "Mitsar"

LEGENDS ABOUT THE STARRY SKY

- 86 NEYACHENKO I. I. Carina

AGAINST THE ANTI — SCIENTIFIC SENSATIONS

- 88 ARKHIPOV A. V. Recent Stories about the Moon

Гамма-всплески

В. Г. КУРТ,
доктор физико-математических наук,
профессор
Астрокосмический Центр ФИАН

Исполнилось 60 лет Владимиру Гдалевичу Курту — одному из самых активных авторов нашего журнала, заместителю директора Астрокосмического Центра Физического института им. П. Н. Лебедева РАН, доктору физико-математических

наук, профессору Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Обширен круг его научных интересов: исследование атмосферы Венеры, Марса, Земли, физика межпланетной и межзвездной сре-

ды, рентгеновская астрономия...

Редколлегия и редакция журнала «Земля и Вселенная» поздравляют Владимира Гдалевича с днем рождения и желают ему доброго здоровья и творческих успехов.

Гамма-всплески — самый таинственный объект в современной астрофизике. Они являются предметом интенсивных наблюдательных и теоретических исследований, однако их природа до сих пор не понята. В статье рассказывается об истории и методах их изучения, а также о существующих теориях, объясняющих наблюдательные факты.



«Ухуру» в 1972 г. они были отождествлены с оптическими объектами — переменными звездами, изучение которых во всем диапазоне электромагнитного излучения от жесткого рентгена и до радиоволн позволило прояснить их природу, определить расстояния до них и, что самое главное, механизм излучения (релятивистская аккреция вещества с нормальной звезды на компактный объект — нейтронную звезду или черную дыру). Стало ясно, как возникли такие системы и как они эволюционируют.

Не так обстоит дело с квазарами. Даже через 25 лет после открытия и определения расстояний до них мы плохо представляем механизм их чудовищно мощного излучения, в сотни раз превосходящего излучение галактик.

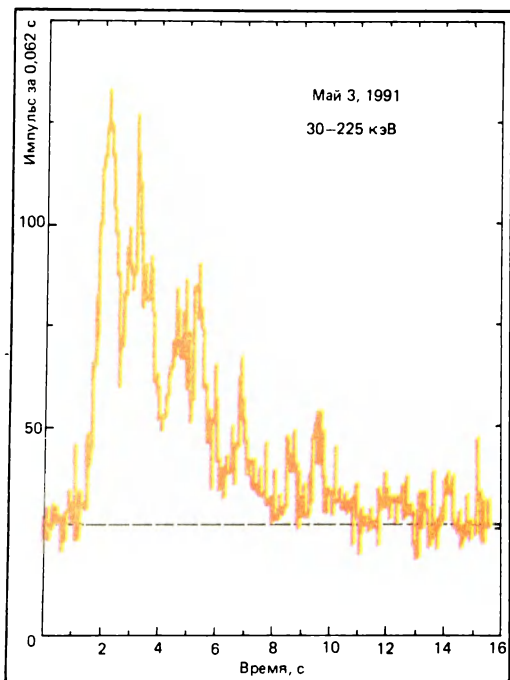
Но, пожалуй, самый «невызученный», таинственный объ-

КАК НАБЛЮДАЮТ КОСМИЧЕСКИЕ ГАММА-ВСПЛЕСКИ

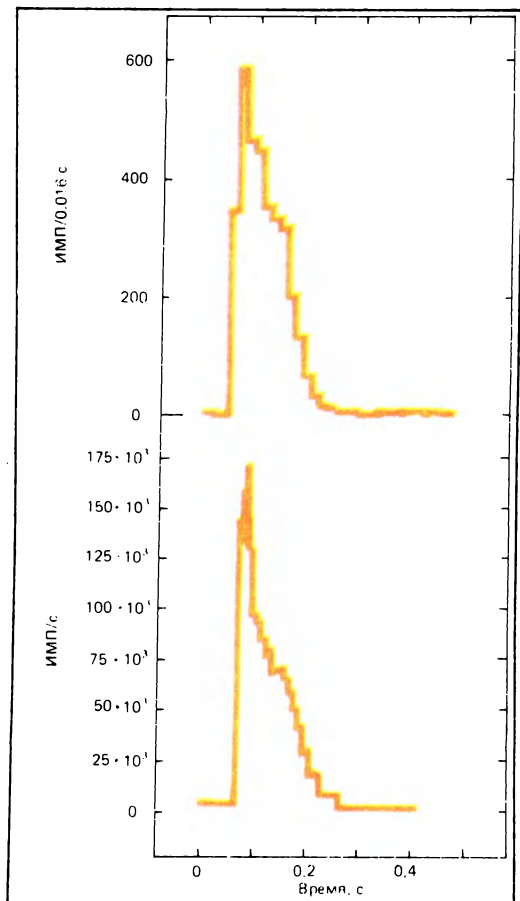
Вновь открытые астрономические объекты делятся на счастливые и несчастливые. Одним везет, и вскоре после их открытия натиск наземной и космической астрономии в оптическом, инфракрасном, ультрафиолетовом, рентгеновском диапазонах плюс усилия хитроумных теоретиков приводят к пониманию природы новых объ-

ектов и их основных особенностей, а часто и эволюции. Другим не везет, и даже через десятки лет после открытия природа их остается загадочной: мы не знаем ни расстояний до них, ни их размеров, плотности, температуры и многого другого.

Посчастливилось, на мой взгляд, двойным рентгеновским источникам. Уже через пару лет после их открытия с американского спутника



Типичный гамма-всплеск: слева всплеск 3 мая 1991 г. зарегистрирован американской межпланетной станцией «Улисс» в диапазоне энергий 30—225 КэВ; справа самый короткий и мощный всплеск 5 марта 1979 г. (аппараты «Венера-11», «Пионер — Венера»)



ект — гамма-всплески. Они были случайно открыты более двадцати лет назад с американских спутников «Вела». Спутники запускались на круговую экваториальную орбиту высотой 100 тыс. км с целью обнаружения ядерных взрывов по их гамма-излучению. Регистрируя время прихода импульса жесткого гамма-излучения на два или три спутника, можно было определить, в какой точке Земли произошло испытание ядерного оружия. Именно так и были открыты короткие, длительностью 10—30 с, всплески жесткого гамма-излучения, которые вообще не были связаны ни с Землей, ни с Солнцем. Больше ничего об их положении на небесной сфере в на-

чале 70-х годов сказать не могли. Несколько групп исследователей в разных странах заинтересовались этим странным феноменом и поставили на спутники Земли и межпланетные станции специально сконструированные приборы для регистрации неизвестно когда и неизвестно где возникающих импульсов рентгеновского и гамма-излучения.

Наши специалисты получили самые первые и интересные результаты. Работали две группы ученых. Одна в Институте космических исследований АН СССР (автор этой статьи, И. В. Эстулин, А. С. Мелиоранский, В. М. Зенченко и их сотрудники) и в Ленинграде в Физико-техническом институте

АН СССР во главе с Е. П. Мазецем. По предложению возглавлявшего тогда Институт космических исследований академика Р. З. Сагдеева было организовано сотрудничество с французскими физиками из Тулузы, которые изготовили специальный «всплесковый» прибор «Снег». Его установили на высокоапогейных спутниках Земли «Прогноз» и на автоматических станциях «Венера». Было предложено два независимых способа определения координат источников, откуда приходят всплески. По идее А. С. Мелиоранского ленинградская группа Е. П. Мазеца разработала и установила на нескольких аппаратах прибор, который мог определять ко-

ординаты всплеска. Если на космическом аппарате иметь такие приборы, то по отношению показаний разных детекторов можно определять координаты, правда с невысокой точностью, порядка 5—10°.

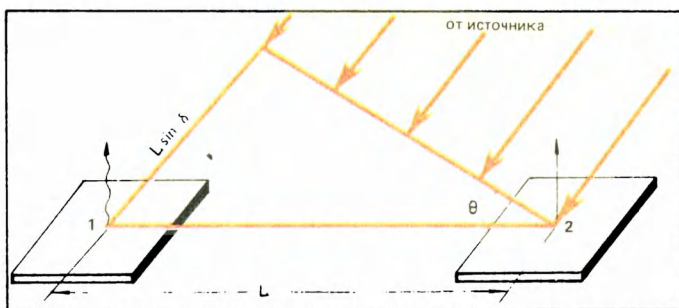
Группа Института космических исследований в Москве использовала совершенно другую методику. Для ее реализации необходимы были, как минимум, два аппарата, разнесенных в пространстве на миллионы километров, например, спутник Земли и межпланетная станция «Венера». Тогда времена прихода импульса на столь удаленные друг от друга приборы значительно отличаются, и разница во времени прихода Δt сигнала будет равна:

$$\Delta t = L \cdot \sin(\theta) / c,$$

где L — расстояние между аппаратами; θ — угол между прямой, соединяющей два аппарата, и фронтом падающей волны от источника гамма-всплесков; c — скорость света. Из этой формулы нетрудно получить направление на источник всплеска:

$$\theta = \arcsin(c \cdot \Delta t / L).$$

Правда, таким образом мы получим на небе не место положения всплеска, а круг с центром, куда направлена прямая, соединяющая два аппарата, и радиусом равным углу θ . Кроме того, вместо круга реально получится «кольцо» радиусом θ и шириной $\Delta\theta$, так как величины запаздывания и расстояния между аппаратами известны с какими-то (пусть и небольшими) ошибками. Однако, если вместо двух иметь три аппарата, то на небесной сфере можно будет нарисовать уже два кольца, которые пересекутся в двух местах, а если аппаратов четыре или еще больше, то локализация события на небесной сфере становится однозначной и чрезвычайно точной. Интерес к проблеме был столь



велик, что иногда один и тот же всплеск измерялся девятью аппаратами, что, конечно, давало очень высокую точность определения координат.

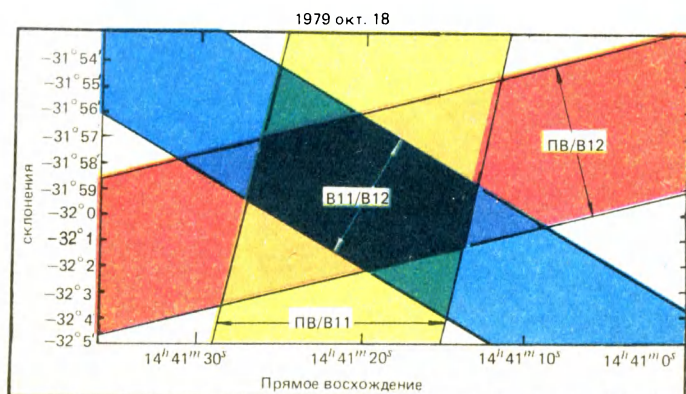
Так, хотя и с большим трудом, задача определения координат всплесков была успешно решена, в основном, благодаря международному сотрудничеству. Сегодня координаты полученных примерно для 500 всплесков с точностями от нескольких градусов (первым методом) и вплоть до 10'' вторым.

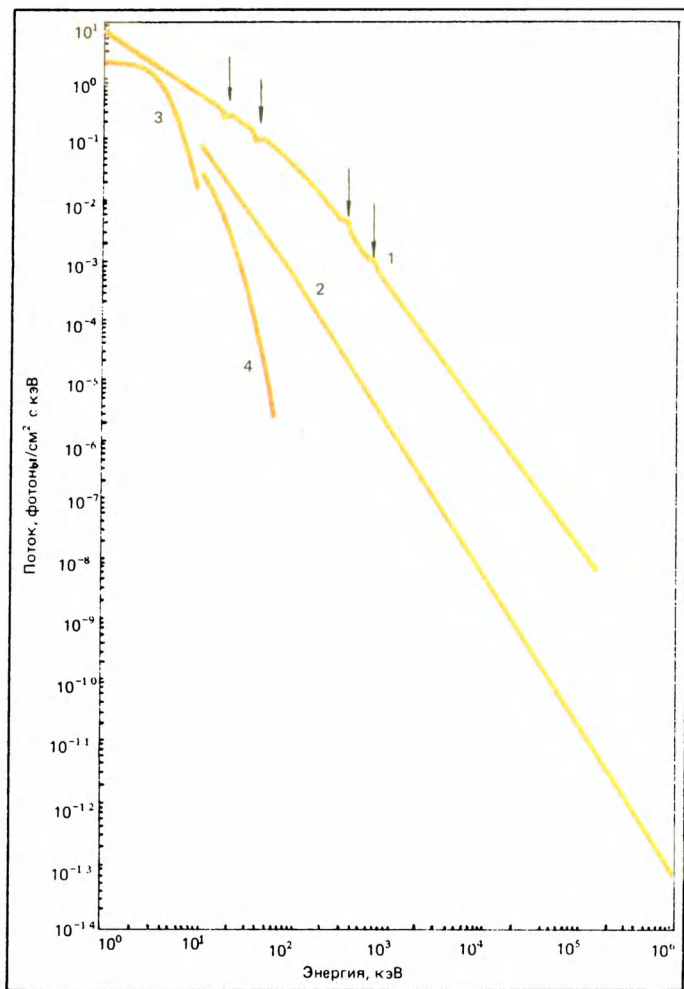
Вторая задача — получение спектров гамма-всплесков в рентгеновской и гамма-области спектра. Она решается не так просто, как в оптике, где имеются призматические или дифракционные спектрометры. Рентгеновские и гамма-спектрометры построены на совершенно других принципах: жесткий фотон дает на выходе прибора короткий электрический микросекундный импульс,

Идея метода определения координат всплесков на небесной сфере

амплитуда (величина) которого пропорциональна энергии падающего фотона. Измеряя амплитуду этого импульса (в вольтах), можно восстановить спектр излучения источника. К сожалению, спектральное или энергетическое разрешение таких спектрометров невелико. Оно, в лучшем случае, несколько десятков процентов. Напомним, что в оптическом диапазоне хорошие спектрометры с высоким разрешением позволяют разделять линии, длины волн которых отличаются на 0,01%! Поэтому общий вид спектра гамма-

Локализация на небесной сфере гамма-всплеска 18 октября 1979 г. по данным трех аппаратов «Венера-11» (В11), «Венера-12» (В12) и «Пионер — Венера» (ПВ)





Спектры различных рентгеновских и гамма-источников. 1 — типичный гамма-всплеск, стрелками показаны наблюдавшиеся в некоторых экспериментах спектральные детали; 2 — Крабовидная туманность; 3 — двойные вспыхивающие рентгеновские источники — барстеры; 4 — типичные двойные рентгеновские источники

всплесков измерен, но неоднократные заявления некоторых ученых об открытии ими спектральных линий этих источников до сих пор ставятся под сомнение. Обнаружение таких линий очень помогло бы в определении расстояний до гамма-источников и

выяснению их физической природы.

ЧТО МЫ УЗНАЛИ О ГАММА-ВСПЛЕСКАХ

Всплески очень сильно отличаются по длительности. Самые короткие меньше 0,1 с, самые длинные до 1000 с. Среднее же значение их длительности составляет около 10 с. Всплески бывают одиночные, двойные, изрезанные провалами. Ярких всплесков мало, чем они слабее, тем их больше. Регистрируемый поток самых ярких — около 0,001 эрг/см² за все время всплеска, самые слабые еще в 10 тыс. раз слабее. Вопрос о зависимо-

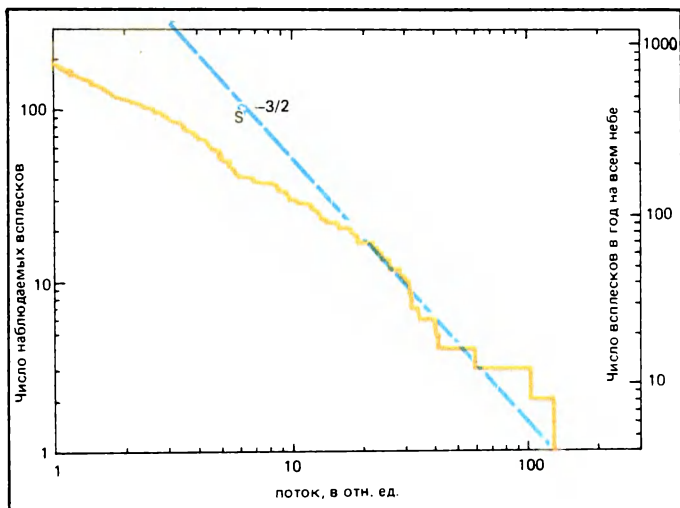
сти числа всплесков от их измеренного потока чрезвычайно важен, так как является ключевым в определении их расстояний и пространственного распределения. Эта зависимость среди ученых носит жаргонное обозначение «проблемы $\log N - \log S$ », где N — число зарегистрированных всплесков с потоком, меньшим S . Легко показать, что для однородно распределенных в пространстве источников такая зависимость будет иметь вид $N \sim S^{-3/2}$. В самом деле, число их в объеме пропорционально объему сферы или кубу радиуса, а поток излучения от регистрируемого источника падает обратно пропорционально квадрату расстояния до него. Результат измерений зависимости для сотен источников таков: для ярких — зависимость близка к $N \sim S^{-3/2}$, а для слабых — показатель степени меньше, чем $-3/2$. Ранее считалось, что мы просто «проглядываем» слабые источники, но в последнее время выясняется, что это не так. Авторы новейшего и самого чувствительного эксперимента BATSE (Burst and Transient Sources Experiment) на американском ИСЗ GRO (Gamma Ray Observatory) утверждают, что отклонение зависимости от степени $-3/2$ реально, и оно нуждается в объяснении.

Самое трудное в понимании природы гамма-всплесков — их пространственное распределение. В галактических координатах распределение носит изотропный характер. Это значит, что мы не фиксируем концентрации всплесков ни к плоскости Галактики, ни к ее центру, ни к ее полюсам, ни к каким другим плоскостям или точкам на небесной сфере. Такое распределение можно создать на персональном компьютере, используя генератор случайных чисел. Любопытный читатель, имеющий хотя бы небольшой

опыт работы на персональном компьютере, может решить эту несложную задачу.

Наконец, самое главное — отождествление всплесков с известными астрономическими объектами и, в первую очередь, с оптическими. Именно оно помогло быстро раскрыть тайну двойных рентгеновских источников. Вспомним, что природа квазаров в известной мере прояснилась лишь после отождествления открытых радиоисточников с звездоподобными объектами, имеющими большие красные смещения. Несмотря на довольно высокую точность определения координат гамма-всплесков с нескольких космических аппаратов (до нескольких угловых секунд), до сих пор ни один из всплесков не отождествлен с каким-либо известным астрономическим объектом. В областях, откуда приходят гамма-всплески, не наблюдаются ни переменные или какие-либо особенные звезды, ни галактики или квазары, ни остатки вспыхнувших Сверхновых звезд, ни инфракрасные или ультрафиолетовые источники, ни рентгеновские или стационарные гамма-источники. Нет в этих местах и радиоисточников или радиопульсаров. Словом, ничего... кроме сотен самых обычных очень слабых звезд без каких-либо особенностей. Попадают, конечно, и очень слабые обычные галактики.

Имеется лишь одно замечательное исключение — мощный всплеск 5 марта 1979 г. Несколько слов о нем. Всплеск был необычен во всех отношениях: он был самым ярким из наблюдавшихся, самым коротким по длительности (0,1 с), с самым крутым фронтом нарастания интенсивности (меньше 0,05 с). После него более чем 100 с наблюдались слабые периодические затухающие импульсы с периодом 8 с. Этот всплеск отмечен



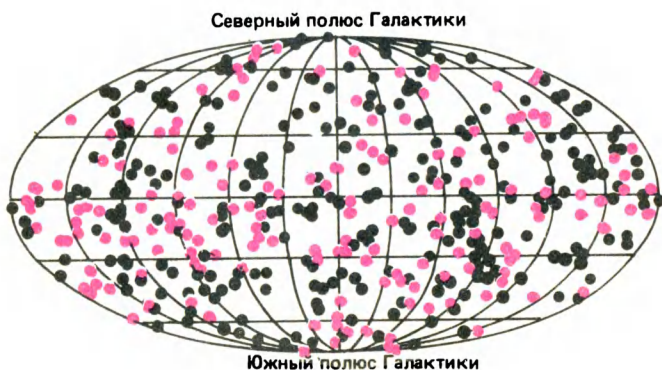
девятью аппаратами, и его координаты были определены с беспрецедентной точностью 5—10".

Источник совпал с остатком Сверхновой № 49 в Большом Магеллановом Облаке (расстояние 55 кпк). В оптическом диапазоне этот остаток выглядит как почти замкнутое кольцо диаметром около 1', что соответствует размерам туманности 18 пк (60 св. лет). Возраст туманности оценивается порядка нескольких тысяч лет (от тысячи до трех тысяч). Точная локализация гамма-всплеска не совпадает с центром туманности, а смещена на 20" (или на 6 пк). Это позволяет определить скорость движения нейтронной звезды, если она оста-

Зависимость числа зарегистрированных источников (левая шкала) от их потока (данные 1991/92 гг. эксперимента BATSE на спутнике GRO)

лась в центре туманности после взрыва Сверхновой (и если именно она является источником гамма-всплеска!). Найденная скорость равна 2000 км/с, что непомерно велико для нейтронных звезд в нашей Галактике. Наконец, при расстоянии в 55 кпк следует, что светимость источника в гамма-области состав-

Распределение на небесной сфере 441 зарегистрированных гамма-всплесков (в галактических координатах)



вила $3 \cdot 10^{44}$ эрг, т. е. столько же, сколько излучает вся наша Галактика за секунду! И все это в рентгеновском и гамма-диапазонах. Трудностей много. В то же время вероятность случайного совпадения положения гамма-всплеска с объектом размером в $1'$ равна всего 10^{-7} . Хочется верить в правильность такого отождествления. Почему же тогда другие всплески не отождествляются с остатками Сверхновых в нашей Галактике или с другими близкими галактиками, где также вспыхивают Сверхновые и достаточно много их остатков? Это важнейший вопрос в рассматриваемой проблеме.

ГАММА-ВСПЛЕСКИ И НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Какие же аргументы мы имеем в пользу отождествления источников гамма-всплесков с нейтронными звездами? Прежде всего, это малая длительность всплеска и его изрезанность короткими максимумами и минимумами. Ясно, что объект с периодичностью порядка времени t не может быть размером больше $r=ct$, где c — скорость света, так что в случае гамма-всплесков мы явно имеем дело с объектами звездных или еще меньших размеров. Во-вторых, отсутствие отождествления с оптическими объектами наталкивает на мысль о старых нейтронных остывших звездах, которые не проявляют себя ни в оптике (их температура мала, а размеры не превышают 10 км), ни в рентгеновском, ни в радиодиапазонах. Возможно, когда-то эти объекты были радиопульсарами (типа пульсара в Крабовидной туманности), или, находясь в паре с нормальной звездой, могли быть рентгеновскими пульсарами на определенной стадии своей эволюции. Кроме того, об этом говорилось

выше, нейтронная звезда имеет достаточный запас энергии для генерации гамма-всплеска. Правда, мы пока не имеем хорошо разработанного механизма генерации коротких гамма-всплесков старыми нейтронными звездами, но теоретики найдут такой механизм, если удастся неопровержимо доказать генетическую связь нейтронных звезд с источниками гамма-всплесков. Пока, однако, ясно, что довольно плоская система радиопульсаров не соответствует изотропному распределению гипотетических источников гамма-всплесков. В распределении радиопульсаров заметно даже небольшое смещение нашего Солнца относительно плоскости Галактики всего на 20—30 пк. Вот, пожалуй, и все аргументы. Не так мало, но и недостаточно для полной уверенности.

КАК ДАЛЕКО ДО ИСТОЧНИКОВ ГАММА-ВСПЛЕСКОВ

Перейдем теперь к вопросу о расстояниях до источников гамма-всплесков. Последовательно разберем все модели с аргументами «pro» и «contra».

Модель «Очень близко», т. е. среднее расстояние меньше 100 пк (меньше полутолщины диска Галактики). За — изотропия, так как до центра Галактики в 300—1000 раз дальше, а концентрация к плоскости Галактики и к ее центру просто не заметна. Мы наблюдаем только очень близкие источники. За — кривая $\log N — \log S$, так как, пока мы видим близкие источники $N \sim S^{-3/2}$, а когда наблюдаем далекие, то выйдем за пределы диска и степень показателя уменьшится. Далее, за — энергетика. При расстоянии до источников 100 пк светимость их будет невелика, около 10^{37} эрг/с, что все же в 10 тыс. раз больше светимости нашего Солнца во всем

спектральном диапазоне. Механизмы такого энерговыделения могут быть сконструированы. Число источников даже при плоской составляющей составит $3 \cdot 10^9 — 10^{10}$ объектов в Галактике, т. е. каждый 10-й объект — источник гамма-всплесков. Это, конечно, странно, но не исключено, так как в Галактике примерно столько же звезд с массой большей $3—10 M_{\odot}$, которые могли за 10 млрд лет проэволюционировать и закончить свою жизнь в виде холодных остывших нейтронных звезд. Словом, гипотеза маловероятна, хотя и не исключается из рассмотрения.

Модель «Далеко», т. е. 10—100 Мпк. За — изотропия распределения по небу. Против — нет отождествления с близкими галактиками, нет концентрации к семействам «Туманность Андромеды», «Большое и Малое Магеллановы Облака». Всплески этих семейств должны быть самыми яркими. Против — если бы наблюдались только один всплеск, прошедший из нашей Галактики, он был бы в 4 тыс. раз ярче, нежели всплеск от Туманности Андромеды. Впрочем, быть может гамма-всплеск — явление очень-очень редкое в жизни каждой галактики. Наконец, против главный аргумент — нет оптического отождествления со слабыми галактиками вплоть до $15^m — 18^m$.

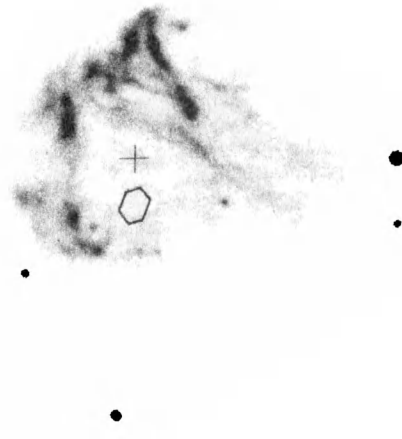
Модель «Не очень далеко». Именно такую модель предложили несколько лет тому назад И. С. Шкловский и И. Г. Митрофанов. По этой модели источники гамма-всплесков концентрируются к центру Галактики с характерным размером в несколько сот килопарсек, т. е. много большим расстояния Солнца от центра Галактики (8 кпк). За эту модель — изотропия распределения по небу, а зависимость « $\log N — \log S$ » можно подобрать под

наблюдаемую, изменяя параметры их распределения в Галактике. Аналогичную модель недавно предложила группа ученых во главе с А. В. Гуревичем (Физический институт РАН). Согласно их модели, источник гамма-всплесков — старые нейтронные звезды — результат эволюции звезд первого поколения, — заполняющие всю видимую часть Вселенной с небольшой с небольшой концентрацией к галактикам. При современной чувствительности приборов мы наблюдаем лишь близкие всплески, приходящие от источников, расположенных в нашей Галактике. Так как их характерное расстояние много больше расстояния от Солнца до центра Галактики, то мы не замечаем концентрации к центру Галактики и не наблюдаем всплесков семейства «Туманность Андромеды», расстояния до которой 650 кпк, т. е. того же порядка, что и характерный размер распределения всплесков относительно центра нашей Галактики. Но почему мы не видим всплесков от семейства «Магеллановых Облаков»? Скорее всего, согласно этой модели, мы просто наблюдаем только очень близкие к нам нейтронные звезды, среди которых очень много старых, и вспыхивают они почему-то очень редко и всего на 10—30 с, да еще в экзотической жесткой области спектра.

Модель «Очень, очень далеко». Эта модель — космологическая. В ней предполагается, что всплески удалены на расстояния много больше, нежели расположены наблюдаемые галактики, т. е. на расстоянии больше 1000 Мпк, что соответствует красному смещению $z=1$. На таких расстояниях расположены далекие галактики, квазары и радиогалактики. За эту модель — изотропия в распределении на небесной сфере и отсутствие отождествления с видимыми га-

лактиками вплоть до 18^m , а быть может и еще более слабыми. Против — гигантская светимость порядка 10^{51} эрг, что соответствует полному превращению в гамма-кванты массы порядка $0,001 M_{\odot}$ за несколько секунд с кпд=100%. Такое событие — редкость в жизни галактики. Им может быть слияние двух нейтронных звезд в конце их эволюции, когда благодаря диссипативным процессам, например, гравитационному излучению, пара потеряла свой вращательный момент и звезды «свалились» друг на друга. Физические процессы с учетом вращения звезд и их магнитного поля при этом очень сложны и, можно полагать, не совсем ясны физикам-теоретикам. Такую модель недавно разработали американские физики из Принстона (Б. Пачинский и его коллеги). Согласно их модели, пара, состоящая из двух нейтронных звезд или из нейтронной звезды и черной дыры, сливаются в один объект с выделением энергии порядка 10^{51} эрг. При этом почти вся энергия уносится из образовавшегося

Оптическая фотография остатка сверхновой N 49 в Большом Магеллановом Облаке. Показаны центр туманности и область локализации уникального всплеска 5 марта 1979 г.



«огненного шара» размером порядка 100 км за несколько секунд благодаря процессу денейтронизации нейтронного вещества звезд пары. В этот момент рождается огромное количество нейтрино и антинейтрино. Взаимодействуя друг с другом, они рождают пары «электрон — позитрон». Сечение такого процесса «нейтрино + антинейтрино» поддается теоретическому вычислению и не вероятно мало. Однако плотность нейтрино и антинейтрино в кубическом сантиметре столь велика, что этот очень маловероятный процесс оказывается доминирующим. При аннигиляции электрона и позитрона рождаются гамма-фотоны с энергией 511 КэВ, которые, рассеиваясь со скоростями очень близкими к скорости света в гравитационном поле слившихся двух звезд массой $2-3 M_{\odot}$, порождают

всплеск гамма- и рентгеновского излучения длительностью в несколько секунд. Почему же мы не видим в местах гамма-всплесков галактик? Причин, по мнению авторов, две. Первая состоит в том, что пары из двух нейтронных звезд чаще образуются в карликовых галактиках, которые очень слабо светятся и просто не видны с таких больших расстояний ($z > 0,1$). Вторая причина — для потери бращательного момента звездам нужно длительное время, порядка времени жизни галактики, а за такой срок они могут уйти на большое расстояние от ее центра ($\sim 20—30''$). Поэтому искать родительскую галактику надо для каждого всплеска в большой окрестности (да еще на пределе чувствительности аппаратуры). Задача очень сложная, но заманчивая для наблюдателей. Против этой экстравагантной, но привлекательной гипотезы — данные о всплеске 5 марта 1979 г. Зная расстояние до него (55 клк), нетрудно оценить энерговыделение, равное $10^{43}—10^{44}$ эрг, что на 8 порядков меньше предсказанного значения. Впрочем, может быть разброс энерговыделения в процессе очень велик, а в случае всплеска 5 марта мы наблюдали хотя и ближайший к нам объект такого рода, но самый слабый. За эту гипотезу — наличие в нашей Галактике таких пар — четыре двойные радиопульсара: PSR 1534+12, PSR 1913+16, PSR 2127+11C и PSR 2303+46. Такая космическая катастрофа — весьма редкое событие в жизни галактики (один раз за 10 тыс. или даже за 100 тыс. лет). Частота наблюдаемых всплесков (примерно одно событие в день) связана с огромным объемом наблюдаемой Вселенной, вплоть до расстояний 1000 Мпк.

КАК ПРОЯСНИТЬ СИТУАЦИЮ?

Первейшая задача — определение расстояния до источников гамма-всплесков. Пока она не решена, двигаться дальше будет очень трудно. Один из методов ее решения — измерение поглощения в мягкой рентгеновской области спектра в межзвездном газе нашей Галактики и сопоставление этого поглощения с наблюдаемой яркостью всплеска. В самом деле, если источники всплесков находятся в нашей Галактике, то чем они дальше, тем больше будет поглощение в мягкой рентгеновской области и тем слабее они будут, так как наблюдаемая яркость обратно пропорциональна квадрату расстояния до них. Если же они лежат вне нашей Галактики (далеко или очень далеко), то поглощение будет определяться лишь их координатами на небесной сфере, так как количество газа на луче зрения для всей небесной сферы хорошо изучено по радионаблюдениям в линии водорода $\lambda=21$ см. При этом яркость и поглощение не будут коррелированы. Если же источники всплесков лежат совсем близко, то поглощение вообще не будет наблюдаться при самой большой разнице в наблюдаемых потоках. Однако выполнить такой эксперимент очень непросто, так как поглощение происходит лишь в области энергий фотонов меньших 1 КэВ (длина волн свыше 12 Å). Очень трудно создать детектор, работающий в этой области спектра, но еще труднее измерить спектр с хорошим спектральным разрешением, лучшим, чем 50—100 %. Надо помнить — прибор должен иметь эффективную поверхность не меньше 100 см^2 и должен осматривать боль-

шую часть неба (хорошо бы половину небесной сферы). Лишь тогда можно будет надеяться, что удастся обнаружить десяток-другой хотя бы ярких всплесков. Наконец, всплески регистрируются на уровне фона, вызванного истинным рентгеновским фоном неба, заряженными частицами от космических лучей и тормозным рентгеновским излучением от космического аппарата, облучаемого со всех сторон космическими лучами. Словом, трудности на пути создания такого прибора очень велики.

Автор будет признателен всем, кто сможет высказать радикальную идею по реализации космического эксперимента с помощью газонаполненных пропорциональных счетчиков типа счетчика Гейгера — Мюллера или с помощью полупроводниковых детекторов. Очень желательно в этом эксперименте одновременно измерять и координаты всплеска с точностью хотя бы $5—10^\circ$. Надо стремиться также увеличить чувствительность приборов в гамма-области (50 КэВ — 10 МэВ) раз в десять с тем, чтобы попытаться проверить гипотезу концентрации слабых всплесков к «Туманности Андромеды» или к «Магеллановым Облакам». Следует решить вопрос о наличии или отсутствии линий в спектральной области 40—70 КэВ и 400 КэВ, т. е. там, где они показывались ранее, или доказать надежно, что эти наблюдения были ошибочны. Словом, работы непочатый край как в теории, так и в эксперименте.

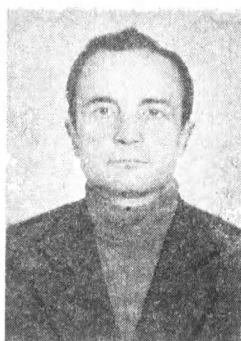
Углекислый газ и климатические изменения

С. А. ЩЕПИНОВ,
кандидат химических наук
Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН

Возможно, диоксид углерода, или углекислый газ (CO_2), в смене климатических эпох играет гораздо большую роль, чем признается сейчас. Мало того, он, видимо, включен в систему таких глобальных процессов, как изменения параметров вращения Земли, глубинные преобразования в ее недрах, тектонические сдвиги. Известные свойства углекислого газа и включающих его минералов могут стать основой технологических способов смягчения парникового потепления. И даже куда более устрашающего ледникового периода, ожидаемого через несколько десятков тысячелетий.

ПРИЧИНЫ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ

Под напором захватывающих и тревожных новостей о развитии парникового эф-

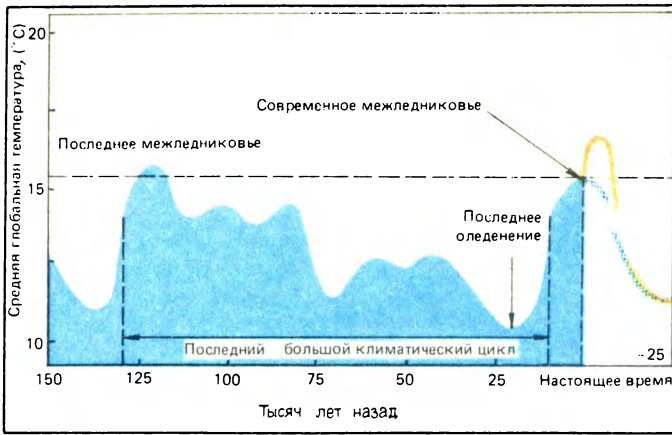


фекта — следствия перегрева околоземной атмосферы — как-то забылось, что всего лет двадцать пять назад гляциологи и климатологи предупреждали о надвигающемся глобальном похолодании и вероятном приближении нового ледникового периода. Свои выводы они основывали тогда и на текущих наблюдениях (например, некотором утолщении

гренландского льда) и на теоретических соображениях.

Главная причина крупномасштабных оледенений — изменение поступающей на Землю солнечной энергии из-за циклических колебаний параметров движения планеты. Речь идет, во-первых, о прецессии оси вращения планеты с периодом около 26 тыс. лет (по теории В. Миланковича). Во-вторых, сказывается изменение угла наклона оси к плоскости земной орбиты (период данного «качания» около 50 тыс. лет). И, в-третьих, плотность падающего на Землю солнечного потока связана с колебаниями эксцентриситета земной орбиты, имеющими еще больший цикл — примерно 100 тыс. лет.

Еще одно периодическое событие в истории Земли, также уменьшающее солнеч-



Изменение средней температуры воздуха на Земле с древних времен до настоящего времени. В правой части графика оранжевым цветом показан ход температуры, связанный с парниковым эффектом. Синий участок кривой — предполагаемый ход температуры в отсутствие парникового эффекта. Как видно, новая большая ледниковая эпоха достигнет пиковой стадии через 23 тыс. лет

скими изменениями солнечной активности). Последний «малый» холодный пик на Земле наступил 250 лет назад, предыдущий — на 2550 лет раньше. Их амплитуда (глубина похолодания) в 10 раз меньше, чем у «основных» циклов.

НЫНЕШНЕЕ МЕЖЛЕДНИКОВЬЕ — ПАРНИКОВЫЙ ПЕРИОД

ную радиацию на планете (его цикл поистине космический — около 33 млн лет), — это пересечение Солнечной системой участков со сгущениями материи. За ними, как свидетельствуют данные палеоклиматологии и палеогеологии, следуют глубокие похолодания на Земле и иные сильные возмущения, например, оживление ее геодинамики, интенсивный вынос на поверхность глубинного вещества. Такие возмущения привлекают для объяснения геохимических аномалий (появления осадков с высокой радиоактивностью) и биосферных катастроф — массовых вымираний флоры и фауны.

В 80-х годах началось изучение малых ледниковых периодов, которые повторяются примерно через 2500 лет (они предположительно связаны с периодиче-

В основе парникового эффекта, как известно, лежит свойство некоторых газов — в первую очередь, диоксида углерода — поглощать отражаемую от земной поверхности (в виде инфракрасного излучения) солнечную энергию. В результате повышается температура приповерхностного воздушного слоя, суши и океана. Данное повышение неизбежно накладывается на факторы оледенений: несколько смягчает глубокое выстуживание планеты или расширяет зону теплого климата в межледниковые периоды. Как показывает одна из расчетных моделей, в настоящее время средняя температура у поверхности Земли на 33 °С больше, чем вычисленная при полном исключении парникового подогрева.

Сегодня впервые в геологической истории Земли про-

исходит взрывообразный — в масштабах этой истории — искусственный выброс парниковых газов, в котором кроме диоксида углерода, водяных паров метана и окислов азота участвуют производимые промышленностью хлорфторуглероды. Потепление имеет техногенный характер — оно создано небывалой интенсивностью человеческой деятельности. Это и все ускоряющееся сжигание горючих ископаемых, и уничтожение почв и лесного покрова планеты. Способствуют потеплению и некоторые используемые в промышленности технологии, например, обжиг минералов карбонатной группы в производствах строительных материалов.

Не поддающийся пока конкретным оценкам экологический ущерб, вызываемый выбросом в атмосферу парниковых газов, по многочисленным предсказаниям, выльется в катастрофические формы с угрозой жизни и благополучию миллиардов людей. Согласно прогнозам, концентрация углекислого газа в воздухе к 2040—2050 гг. удвоится, что может привести к перегреву нижних слоев атмосферы. Станет возможным подъем уровня Мирового океана на 1,5—4 м, затопление густонаселенных территорий, расширение зоны пустынь, учащение губительных засух, обмеление рек, исчезновение источников питьевой воды, усиление лесных пожаров на пересыхающих почвах. Оттаивание вечномерзлотного слоя тундр из-за потепления приведет к их заболочиванию. В определенной степени, как считают, развитие парникового потепления может войти в режим самоускорения. Количественный учет всех факторов, влияющих на парниковый процесс, в настоящее время практически невозможен. Потеплению противодействует, в частности, чрез-

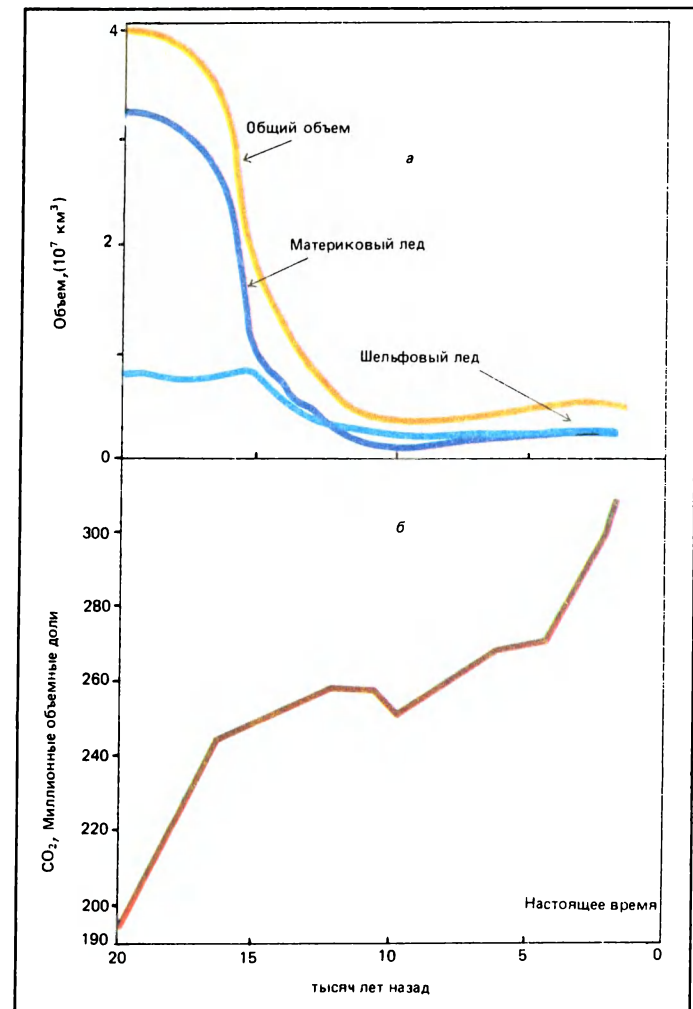
мерно увеличившийся в земной атмосфере облачный покров — за счет растущих выбросов окислов серы (в пересчете на серную кислоту в 1989 г. они превысили 300 млн т). Но в результате вводимых сейчас крутых мер, предпринимаемых для снижения этих выбросов (они вызывают губительные кислотные дожди), вновь ускорится подъем средней глобальной температуры.

Значительные бедствия, которые может принести глобальное потепление, заставляют мировое сообщество разрабатывать экстренные меры, не имея, правда, при этом надежных, точных прогнозов развития потепления. Например, расчеты Межправительственной группы ООН по климатическим изменениям дают разброс увеличения глобальной температуры за десятилетие в интервале 0,2—0,5 °С.

ВОЗМОЖНЫЕ МЕРЫ СМЯГЧЕНИЯ

Мероприятия, предлагаемые для предотвращения чрезмерного развития парниковых процессов, разнообразны — от решительной экономии потребляемой энергии и перехода к ядерным и возобновляемым ее источникам до волновых электростанций и сжигания биомассы.

Есть идеи о концентрировании и консервации **углекислоты** в подземных пустотах и даже океанских глубинах, где она должна связываться, образуя твердые соединения — газовые гидраты. Не упускается также из виду искусственная интенсификация природных, биологических процессов связывания CO_2 : **рекультивация** бесплодных земель, **рефорестация** (восстановление лесов), разработка и внедрение **аква-технологий** (выращивание одноклеточных водорослей в соленых прудах). Привлекает также внимание идея



засевания железными опилками (а лучше, видимо, коллоидным железом или его дешевыми органическими солями — ацетатом, форматом и т. д.) умеренных и холодных зон Мирового океана, особенно в Южном полушарии. Здесь, как недавно установлено, идет основной процесс превращения углекислоты в биомассу (фитопланктон), катализируемый специфическими, включающими железо ферментами. Проведение этой идеи в жизнь (она, правда, предполагает серьезное вмешательство в природные процессы) не потребовало бы

Снижение объема Евразийского ледникового щита (а) и нарастающее атмосферной концентрации углекислого газа (б) со времени пика последнего оледенения (18 тыс. лет назад). Низкий уровень концентрации CO_2 объясняется ускоренным фотосинтезом и выветриванием в предшествующий теплый период, а также усиленной растворимостью углекислого газа в остывающей гидросфере

больших затрат, ведь для доставки и рассеивания катализатора можно использовать рыболовные суда, порожняком направляющиеся на дальний промысел.

Множество технологических разработок нацелено на модернизацию энергетики с получением концентрированного, легко консервируемого CO₂. Это и «бездымные технологии» энергопредприятий, использующие кислород в качестве окислителя, и высокоспецифичные относительно CO₂ мембраны, и новые абсорбенты, и промышленные топливные элементы, и «водородная экономика». Помимо традиционного применения диоксида углерода (в холодильной технике, пищевой индустрии, пожаротушении, хранении сельскохозяйственной продукции, производстве химических удобрений) намечаются некоторые перспективы. Это синтез полимерных материалов с углекислым газом в качестве одного из мономеров, промышленное каталитическое восстановление в ценные химикаты и даже непосредственное удобрение сельскохозяйственных культур «газированной водой» (прием опробован на опытном поле в ФРГ и дал существенную прибавку урожая).

В скором времени можно ожидать и возникновения новых технологий, основанных на способности водных растворов CO₂ (разбавленной угольной кислоты) активно растворять и переносить огромные массы карбонатных минералов, прежде всего известняков, превращая их в легко растворимые бикарбонаты с удвоенным количеством CO₂ (именно так возникли на Земле громадные пещеры, карстовые воронки и каньоны). Практическое осуществление подобных процессов могло бы дать новые способы добычи известняков и других ископаемых карбонатов без нарушения внешнего облика земной поверхности (подземное выщелачивание), методы производства карбонатов кальция или магния в виде нужных

для строительства мраморных плит, блоков, порошков.

Технологии подобного рода с успехом работали бы в гидрометаллургических производствах, например, в обогащении руд (в том числе и подземных), обеззоливании углей, удалении жестких осадков солей (накипи) из аппаратуры и коммуникаций. На этом же принципе можно разработать методы создания подземных пустот под хранилища и для других нужд, прокладки тоннелей, рыхления пород, строительства дамб, плотин, дорожного полотна, закрепления грунтов, рекультивации пустынь.

Правда, во всех этих операциях изъятие CO₂ из дымовых газов было бы лишь временным и лишь в тех количествах, которые необходимы для производственных операций. Необратимое же выведение углекислого газа могут обеспечить принципиально иные процессы: искусственное, в отличие от природного, выветривание скалистых пород, т. е. экстракция кальция и других металлов с формованием их карбонатов в потребительской форме. Такого рода производство, связанное с большой затратой энергии, значительно окупилось бы утилизацией второго продукта процесса — алюмосиликатных сорбентов, ионнообменников, молекулярных сит, промышленных катализаторов, белых глин. Чтобы удешевить эти операции, нужно вводить в них миллиарды тонн накопившейся на планете «пустой породы», уже измельченной — отвалы, терриконы, бетон и другие материалы из пришедших в негодность сооружений. Заодно состоялась бы и глобальная «генеральная уборка».

По-видимому, наблюдаемые корреляции между средней глобальной температурой и содержанием CO₂ в атмосфере — проявление более глубокой зависимости, связывающей в единую систему такие глобальные процессы, как резкие климатические перемены, намораживание и стаивание громадных ледниковых щитов, геодинамические возмущения, тектонические сдвиги, активизация глубинного метаморфизма.

Попробуем применить удобную и непротиворечивую концепцию к последнему, не самому мощному оледенению Земли, разившемуся 20 000 лет назад. Одно только образование Евразийского щита в этот период привело к такому «усыханию» Мирового океана, что общее понижение его уровня доходило до 120 м. Затем началось медленное уменьшение объема льда и относительно быстрое — примерно на 25 % за три тысячелетия — увеличение концентрации углекислого газа. Последнее не увязывается с постепенным ростом инсоляции и убедительно обоснования пока не нашло. Причиной может быть интенсивная деятельность главного источника CO₂ — расположенной под земной корой астеносферных «химических реакторов», где углекислый газ образуется при контакте движущихся сверху колоссальных масс щелочных, карбонатных пород с кислым алюмосиликатным материалом мантии.

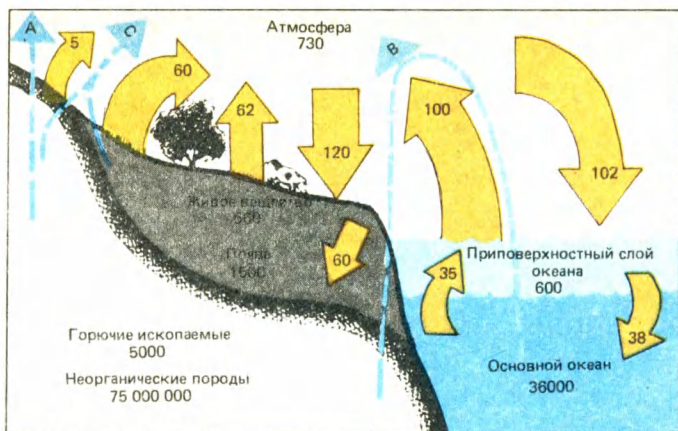
Активность этого прикрывающего литосферной «крышкой» глобального реактора усиливает возмущения параметров земного геоида. Объемы воды, в сто раз превышающие объем Черного моря, перекачиваются в виде паров к полярным областям

планеты и замерзают там несимметричными образованиями, шапками «набекрень» (отчасти из-за несовпадения полюсов холода с географическими), сбивая центровку и изменяя момент инерции вращающейся Земли. Процессам, в которые вовлечены столь значительные массы, присуща большая инерционность, а потому пик генерации CO_2 наступает с немалым запаздыванием относительно максимума оледенения. Вызванное изменением орбитальных параметров похолодание успевает хорошо развиться, в частности, в связи с тем, что заметная доля CO_2 из атмосферы быстрее переходит в океанскую воду по мере ее остывания.

А в это время на планете начинают действовать процессы, несущие с собой потепление: во-первых, астрономические факторы, увеличивающие инсоляцию, во-вторых, глубинная генерация CO_2 , и наконец, крупномасштабные пожары, вспыхивающие на обезвоженных, прокаленных солнцем территориях, где за предшествовавшее благодатное межледниковье накопились сотни миллиардов тонн биомассы.

Тепловая инерция остывшей планеты оказывается, видимо, более длительной нежели динамическая. Лишь через несколько тысячелетий нарастание концентрации CO_2 , таяние ледниковых куполов принимает быстрый, прямо-таки «обвальный» характер. Всего за одно или полтора тысячелетия «сотни Черных морей» возвращаются в старые берега. (Не был ли ветхозаветный «всемирный потоп» и погружение Атлантиды тем голоценовым оттаиванием, которое произошло 14—10 тыс. лет назад, когда уровень моря поднялся более чем на 100 м?).

Тем временем опять начинаются «сбои» в геодинамике, вызванные поверхностными перемещениями масс.



Как следствие, активизируются тектонические и метаморфические процессы и нарастает поток подземного CO_2 , ускоряется парниковый прогрев. Но теперь все это смягчается возродившейся в земных умеренных широтах жизнью — биосферным фотосинтезом.

Кстати, в древнейшей истории Земли совершались и куда более глубокие перегревы и оледенения: в одну из стадий мелового периода в воздухе было свыше 0,2 % диоксида углерода (цифра, характерная для бурных жизненных процессов), а перепады уровня океана доходили до 200 м. Какие же катаклизмы должны были сопровождать на нашей планете столь мощный перенос водных масс! И не потому ли находят следы ледниковой деятельности в тропиках и остатки тропической растительности под ледяным панцирем Антарктиды?

С наступлением периода межледниковья наступает относительное спокойствие в геодинамическом отношении. Однако постоянное изъятие углекислоты в форме органических отложений и неорганических карбонатов, а также замедление химических процессов в глубинах вращающейся планеты постепенно снижают концент-

Распределение углерода на Земле и его годовые потоки (широкие желтые стрелки) в миллиардах тонн. Синие стрелки — возможные пути «аварийной» подпитки атмосферы углекислым газом: А — бескислородная (для экономии O_2 в воздухе) каталитическая конверсия углеродистых материалов водяным паром в углекислый газ и водород; В — высвобождение «готового» (например, газовые гидраты) углекислого газа из литосферы и донных отложений; С — древнейшая химическая технология — обжиг карбонатных пород

рацию CO_2 в воздухе. На эту тенденцию неотвратно накладывается очередная «холодная» стадия в циклических изменениях поступающей на планету солнечной энергии, что обуславливает скорость приближения и интенсивность нового похолодания.

Итак, вовлеченность диоксида углерода в систему геохимических, геодинамических и глобальных климатических процессов, по-видимому, гораздо более глубокая, чем это признано сейчас. Очевидно, необходима научная разработка сложных коррекций как для расчетов протекания циклических кли-

матических перемен в прошлом, так и для их прогнозирования.

... И ОТДАЛЕННЫЕ СЕДОЙ ЗИМЫ УГРОЗЫ

Факт наступления антропогенного парникового периода признан сейчас, кажется, подавляющим большинством специалистов. Конечно, реальное развитие климатических событий поставит перед человечеством сложнейшие задачи и потребует всеобщего напряжения сил. Но учитывая научнотехнический прогресс и благоприятные для совместных действий геополитические перемены, следует все же надеяться на достойный выход общества середины XXI в. из испытанного климатом.

Куда более мрачные события грядут через двадцать с лишним тысячелетий. К этому времени достигнет максимума ледниковый период, который будет вызван астрономическими факторами, к тому же сильно истончится атмосферное «углекислотное одеяло»: постоянно связываемый в ходе выветривания основных литосферных материалов (вымывание кальция, магния, натрия, других ионов металлов) диоксид углерода перестанет поступать и из рукотворных источников (до полного исчерпания минеральных топлив остались лишь недолгие века). Трудно ожидать также, что будет столь же интенсивна (как в былые ледниковые времена) глубинная генерация CO_2 , ведь тектонические коллизии в масштабах тысячелетий становятся все менее бурными. При этом, возможно, идет на убыль кислотность мантийных полуцидных пород. И, наконец, на прогрессирующее выстуживание поверхности планеты, полное исчерпание ресурсов CO_2 наложится еще и снижение концентрации атмосферного

кислорода (с подавлением природного фотосинтеза перестанет возвращаться в газовую оболочку планеты его побочный продукт — O_2). Гибель всего живого на полностью промороженной планете с непригодной для дыхания атмосферой как будто бы предрешена. Но эта поистине апокалиптическая ситуация начнет складываться, вероятно, не ранее чем через сотни веков интенсивного научно-технического прогресса.

Нет никаких сомнений, что неведомая нам цивилизация — отдаленные на сотни поколений потомки современного человечества — одновременно и решительно вступит в активное противодействие надвигающемуся белому безмолвию. И весьма вероятно, главным оружием людей в этой борьбе будет именно диоксид углерода. Служа основным сырьем для фотосинтеза, главным строительным материалом растительного, а следовательно, и всего живого мира, а также важнейшим инструментом для поддержания оптимальных температур в биосфере, диоксид углерода приобретает в будущем еще большее значение.

Можно предположить, что уже на ранней стадии грядущего ледникового периода человечество организует гигантскую отрасль индустрии для термоллиза (обжига) известняков и других карбонатных минералов с выведением в земную атмосферу газообразного продукта реакции — диоксида углерода. Поддержание концентрации этого газа в воздухе в пределах 0,03—0,04 объемных процента (точные расчеты можно сделать уже сейчас) должно будет удерживать биосферу в здоровом режиме.

Природные процессы выветривания, способствующие минеральному связыванию CO_2 в условиях медленного похолодания и щадящего

природопользования, будут затухать. В отсутствие природоохранных мер и при теплом климате — в середине XX в. — связанный с выветриванием унос углекислого газа оценивался в 7 млрд т в год и для его возмещения потребовалось бы обжигать 18 млрд т известняка. Скорее всего, эта колоссальная цифра не будет столь обезкураживающей уже через сотни лет. В ситуации надвигающегося ледникового станет полезным фактор, об опасности которого в современных условиях предупреждал академик П. Л. Капица. Речь шла об овладении **термоядерным синтезом**, который может стать, как он считал, причиной теплового загрязнения атмосферы. Однако основанная на термоядерном синтезе энергетика, с огромными выбросами тепла в окружающую среду, в том далеком будущем в какой-то мере могла бы скомпенсировать похолодание.

Второй основной продукт реакции термоллиза — окись кальция, или негашеная известь, — способен поглощать CO_2 из атмосферы, во избежание чего процесс следует вести в присутствии еще более дешевых и доступных компонентов — кремнезема, песка или его смесей с глиноземом. Произведенные таким путем гидравлические вяжущие материалы (цементы) вряд ли станут большой обузой для высокоиндустриализованного («пост-постиндустриального») общества будущего.

Предлагаемые технические мероприятия, на первый взгляд, могут нанести ущерб внешнему облику планеты. Однако можно не сомневаться, что и природоохранные технологии того времени окажутся на высоте. Например, расходуя на образование диоксида углерода горные массивы Балкан и Альп, песчаные пространства Се-

верной Африки и Ближнего Востока, следует вести лишь внутренние выработки карбонатных залежей и пломбировать получаемыми цемен- тами образовавшиеся тун- нели и штольни. Ими же удобно закреплять и изолировать быстро разрушающиеся, раз- мываемые, выветривающие- ся породы магматического происхождения и тем самым также беречь атмосфер- ный углекислый газ. Направ- ляя эти строительные мате-

риалы на рекультивацию зе- мель, можно «оживлять» мертвые песчаные простран- ства, сдерживать наступле- ние пустынь.

Даже исповедующим принцип «после нас — хоть потоп», наверное, страшно- вато читать о неизбежном глубоком оледенении Зем- ли, усыхании ее морей и оке- анов, потере атмосферного кислорода и, наконец, о не- обратимой гибели всего жи- вого. Но даже изложенные

здесь краткие соображения, не претендующие на полноту анализа проблемы, видимо, могут дать некоторую на- дежду. Опираясь на научно- технический прогресс, чело- вечество скорее всего будет способно противостоять не только трудностям, вызван- ным нерасчетливым сжигани- ем заготовленного природой топлива, но и объективным, гораздо более суровым кос- мическим испытаниям.

НОВЫЕ КНИГИ

«Вселенная разумная»

Так называется книга Максима Карпенко, выпущенная в 1992 г. московским предприятием «Мир географии» в серии «Земные феномены».

В обширном предисловии по- дробно раскрывается авторский замысел: «В этой книге рассказы- вается об удивительном мире феноменов, о необычных, неконт- ролируемых, невоспроизводимых и часто непознанных явлениях; явлениях, по поводу которых у религии не находится иных слов, кроме «чур меня!», а у науки — «не может быть!», явлениях, каж- дое из которых — чудо, которое, по словам Фейербаха, находится в противоречии не с природой, а с нашими представлениями о ней».

Автор неоднократно называет свой труд «заметками», подчерки- вая, что они в первую очередь



обращены к молодежи, «к людям, еще не успевшим устать от мелочной суеты жизни и не несущим печальный груз потерь и разочарований»...

Содержание книги раскрыва- ется в ее шести основных гла- вах — «Неопознанные летающие объекты», «Аномалии», «Контак- ты», «Парапсихология», «Инфор- мационный континуум» (проис- хождение биосферы, рождение и эволюция Вселенной, космиче- ская экология и ряд других проблем), «Время».

Предисловие к книге автор заканчивает пересказом истории, услышанной им от одного физика, которому якобы явился сам Бог. Воспользовавшись этим, физик, естественно, попытался «получить в самой вроде бы высшей ин- станции оценку наших усилий по воссозданию истинной картины Мира. Бог сказал: «У вас есть написанная тысячелетия назад книга — Евангелие. Так вот — и Евангелие, и уравнения Макс- велла одинаково соотносятся с ис- тинной.» И далее автор пишет: «Поэтому, хотя и не только поэтому, я завершаю книгу слова- ми из моего любимого Ричарда Баха: «Все, что написано в этой книге, возможно, неверно».

Золотой век космологии

К. ПАУЭЛЛ

С самого начала регулярной работы на орбите американской обсерватории «СОВЕ» на Землю стала поступать информация, которую ученые ждали с большим нетерпением. Большинство теоретиков-космологов теперь считает, что эти результаты подтверждают данные, полученные с советского спутника «Прогноз-9», и способны, наконец, помочь выяснить, какие же из многочисленных теорий о происхождении и развитии Вселенной ближе к истине.

Результаты действительно оказались чрезвычайно важными и объясняющими многое в запутанной и неоднозначно воспринимаемой картине мироздания. Обработав полученные материалы, группа американских специалистов обнаружила нечто, похожее на клочковатые структуры, предсказанные теорией Большого взрыва.

Предлагаем вниманию читателей несколько сокращенный вариант статьи из «Scientific American» [июль, 1992 г.], и благодарим редакцию этого журнала, а также редакцию журнала «В мире науки», любезно предоставившую перевод заинтересовавшей нас статьи.

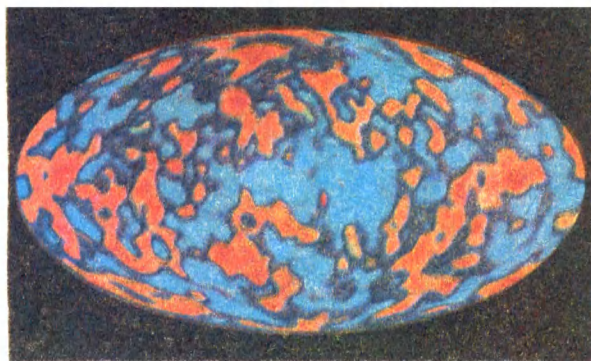
История изучения происхождения Вселенной пополнилась новой главой. 23 апреля 1992 г. Дж. Смут и его коллеги из Лаборатории им. Лоренса в Беркли под вспышки фотокамер и жужжание затворов фотоаппаратов заявили, что прибор, установленный на спутнике «СОВЕ» «Cosmic Background Explorer» — «Исследователь космического фона», принадлежащем NASA, обнаружил следы клочковатых структур, которые образовались через 300 тыс. лет с момента рождения Вселенной (10—15 млрд лет назад). Вероятно, это — первичные неоднородности, которые определили структуру современной Вселенной. «Когда в породе находят ископаемые остатки, происхождение образца становится совершенно ясным,— говорит Дж. Острайкер из Принстонского университета, один из ученых, кто вплотную занимался обработкой и интерпретацией данных с «СОВЕ». — Вот «СОВЕ» и обнаружил своего рода ископаемые остатки».

«Ископаемые остатки» — это вариации интенсивности слабого микроволнового излучения Вселенной. Считают, что эти вариации связаны

с первичными флуктуациями, которые могли послужить зародышами для образования галактик и их скоплений. Открытия, сделанные с помощью «СОВЕ», дают важные свидетельства в пользу теории Большого взрыва (Земля и Вселенная, 1983, № 2, с. 8. — Ред.). Одновременно они опровергают большинство существующих моделей образования Вселенной, но ученые не считают это большой потерей: не найди «СОВЕ» флуктуаций, все современные теории оказались бы несостоятельными.

Спутник «СОВЕ», запущенный в 1989 г., задуман около 20 лет назад учеными Годдардовского центра космических исследований NASA для точных измерений фонового излучения. Комплекс установленных на его борту дифференциальных микроволновых радиометров в течение последних двух лет использовался при поиске отклонений интенсивности микроволнового фона от однородности. Среди астрономов ходили разные слухи о результатах экспериментов, пока Дж. Смут с коллегами не подвели итоги своих исследований на годичном собрании Американского физиче-

Так расположены флуктуации микроволнового излучения на небесной сфере по данным спутника «COBE». Оранжевые области имеют температуру выше, синие — ниже средней. Как полагают специалисты, эти вариации отражают неоднородность распределения вещества во Вселенной сразу после ее рождения. Такие первичные конденсации материи могли сыграть роль зародышей для образования сложной картины наблюдаемых в современную эпоху скоплений галактик



ского общества. Это официальное сообщение положило начало новому витку научных дебатов. Реальны ли эти результаты? Что они означают для космологов?

С тех пор как в 1964 г. микроволновое фоновое излучение было открыто А. Пензиасом и Р. Вильсоном, оно служит критерием для проверки любой космологической теории (Земля и Вселенная, 1992, № 3, с. 8.— Ред.). Сначала ученых озадачило то, что их антенна принимала таинственное однородное излучение, своеобразный «шум», приходящий со всех направлений, но тщательно проанализировав и обсудив проблему с коллегами, они поняли: в разработанной к тому времени стандартной космологической модели предсказывается именно такое изотропное распределение микроволнового излучения (за это открытие Пензиас и Вильсон удостоены Нобелевской премии) (Земля и Вселенная, 1979, № 6, с. 45.— Ред.).

Теоретики считают, что такого рода реликт остался от эпохи начала расширения Вселенной из сингулярного состояния. В то время Вселенная состояла из очень горячего непрозрачного конгломерата заряженных частиц и излучения. Когда температура упала до 3000 К (300 тыс. лет спустя после

начала расширения), протоны рекомбинировали с электронами и образовали прозрачный для излучения нейтральный водород. С тех пор вещество и излучение разделились и пошли разными путями. В современную эпоху излучение остыло до температуры 2,74 К, столь низкой, что все химические элементы, кроме гелия, должны были бы находиться в твердом состоянии.

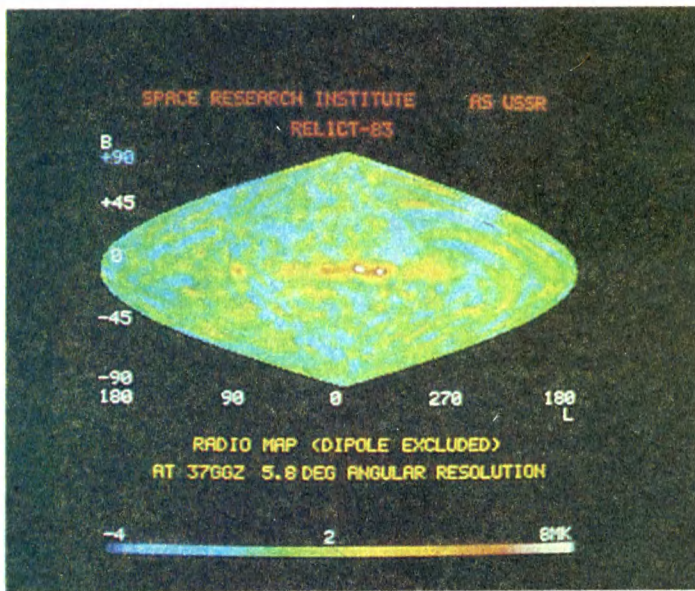
Одна из главных целей программы «COBE» — проверка этой космологической теории путем измерения спектра микроволнового фона. В простейшей версии теории расширяющейся Вселенной предсказывается, что излучение горячей ранней Вселенной должно иметь спектр, подобный известному из теоретической физики спектру излучения абсолютно черного тела. В 1990 г. Дж. Мазер и члены его группы представили полученный приборами «COBE» микроволновый спектр на собрании Американского астрономического общества. Как и ожидалось, он оказался очень похож на кривую излучения абсолютно черного тела.

Новые данные «COBE» помогают решить еще более запутанную проблему. Последние три десятилетия космологи безуспешно искали вариации излучения, причиной появления которых мог-

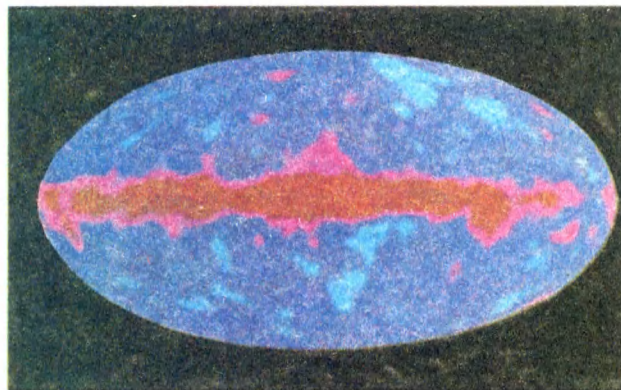
ли бы быть, по предсказанию теории, неоднородности в первоначальной Вселенной. Одновременно астрономы-наблюдатели уточняли представления о масштабе и сложности космических структур. С помощью обзоров были выявлены огромные слои и цепи галактик, самые крупные из которых простираются в поперечнике примерно на 300 млн св. лет (0,03 радиуса Вселенной). Наблюдатели обнаружили такие далекие галактики и квазары, которые должны были образоваться всего лишь через 1 млрд лет после Большого взрыва.

Для возникновения столь огромных объектов веществу в ранней Вселенной вовсе не обязательно нужно быть сильно «сжатым» — гравитация усиливает любые неоднородности. Области с плотностью чуть выше средней сжимаются, объем, занимаемый более разреженными областями, растет. Тем не менее некоторые неоднородности в первичной Вселенной должны были существовать с первых моментов ее жизни, чтобы мог начать действовать механизм гравитационного усиления.

В местах сгущивания вещества локальное усиление гравитации отбирает энергию от получаемых фотонов, поэтому фоновое излучение этих областей должно казаться



Данные с борта спутников «Прогноз-9» (а) и «СОВЕ» (б) свидетельствуют, что излучение Галактики доминирует на «микроволновом небе». Яркая полоса — наш Млечный Путь. Хорошо видна крупномасштабная анизотропия фонового излучения, выступающая в виде клочковатых структур



или от неизвестных близких источников, а не следы новорожденной Вселенной. Некоторые сигналы достоверны, но ученые еще не готовы сказать, которые из них. Нельзя быть уверенным, что, глядя в какую-нибудь точку на карте, можно убежденно заявить: «это — флуктуация». Только с помощью математического анализа, например, статистического усреднения, возможно доказать, что некоторые пятна имеют неинструментальное происхождение.

Такая неоднозначность вызвана чрезвычайной трудностью объяснить сейчас природу каждого источника микроволнового излучения, и, весьма вероятно, не являющегося источником фона. Пример — наша Галактика, излучающая мощный поток микроволнового излучения, который ученым, работающим в группе «СОВЕ», пришлось вычистить из своих данных, чтобы обнаружить фоновый сигнал. Другие галактики и горячие газовые облака в скоплениях галактик также излучают в микроволновом диапазоне, усложняя задачу отделения малых температурных флуктуаций от фона. Поэтому астрономы проверили, не совпадают ли зарегистрированные «СОВЕ» сигналы с локализацией известных сравнительно близких соседних скоплений галактик. Оказалось, что совпадение отсутствует.

Некоторые астрономы относятся к результатам «СОВЕ» весьма скептически. Дж. Хукра из Гарвард-Смит-

относительно «холодным», а пустоты, т. е. области с низкой плотностью — более «теплыми». Поэтому зарождающиеся структуры проявляются на микроволновом небе в виде пятен, которым соответствуют разные температуры.

Однако приборы для измерения микроволнового фона, чувствительность которых росла год от года, продолжали показывать абсолютно однородное излучение. Теоретики предупредительно подгоняли свои модели к малым начальным флуктуациям плотности ве-

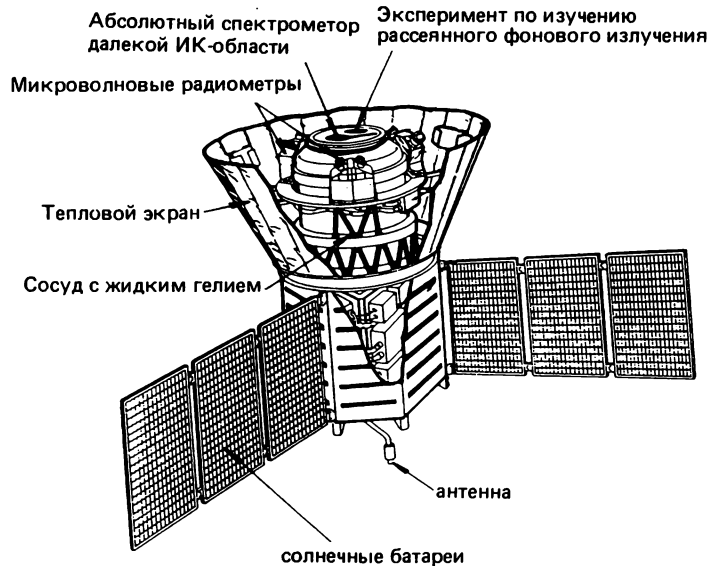
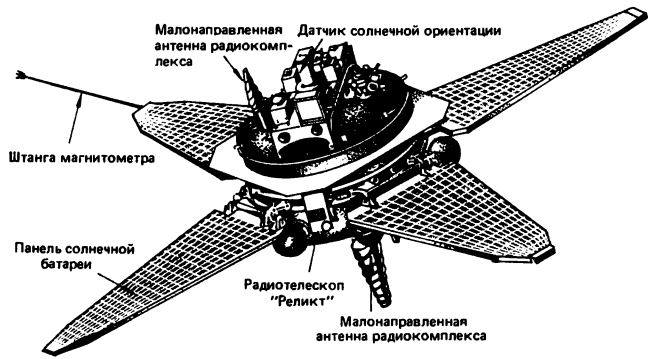
щества, хотя и знали при этом, что когда-то отсутствие неоднородностей температуры приведет стандартную космологическую модель к роковому концу. Установленные на «СОВЕ» точные приборы, кажется, спасли теорию. Обнаруженные флуктуации отклоняются от средней температуры неба всего на 1/300 000 — почти на пределе чувствительности приборов «СОВЕ». Карта микроволнового неба искажена шумами. Примерно 2/3 представленных на карте данных — инструментальный шум от радиометров «СОВЕ»

соновского астрофизического центра, играющий роль «адвоката дьявола», предполагает, что обнаруженные микроволновые флуктуации могли быть порождены расположенными неподалеку объектами неизвестного класса, а не первичными вариациями плотности вещества в молодой Вселенной.

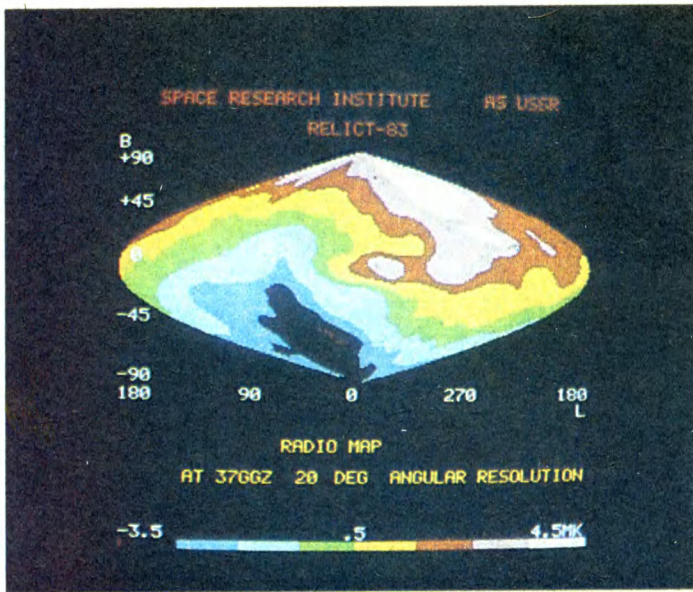
И все же большинство космологов принимают результаты «COBE» и пытаются понять их скрытый смысл. В наибольшем проигрыше оказались теории, в которых плотные высокоэнергетические дефекты поля служат ядрами для образования галактик. В таких теориях предсказывается существование нескольких очень интенсивных температурных флуктуаций, не зарегистрированных «COBE».

Выиграли от результатов «COBE» лишь сторонники теории расширяющейся Вселенной. Согласно ее постулатам, вскоре после рождения Вселенная прошла через короткую фазу (10^{-32} с), в ходе которой она расширилась в 10^{30} раз. Это объясняет, например, почему температура микроволнового фонового излучения изотропна и почему плотность Вселенной близка к критическому значению, при котором расширение в конце концов должно смениться сжатием. Во время фазы расширения местные температурные неоднородности «раздувались» и сглаживались, при этом геометрия пространства стала плоской (что характерно для критической плотности) независимо от начальной геометрии. Кроме того, инфляция «запускает» механизм образования космических структур.

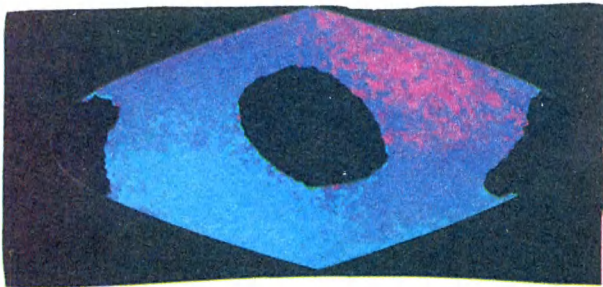
В эти первые мгновения ничтожно малые флуктуации квантовой энергии увеличились вместе с остальной Вселенной и превратились в макроскопические области повышенной плотности. Та-



Спутник «COBE»



Две карты небесной сферы, составленные по данным «Прогноза-9» (а) и «COBE» (б). Разница температур между самыми теплыми и самыми холодными областями неба (светлыми и темными на карте «Прогноза» и красными и голубыми — на карте «COBE») составляет около 1 К. Эта разница температур, называемая анизотропным диполем, доказывает, что Местная Группа галактик вместе с Солнцем действительно движется в пространстве со скоростью около 500 км/с. Собственное излучение Галактики с изображения удалено. На карте «Прогноза» вблизи центра выделяется яркое образование — ядро Галактики



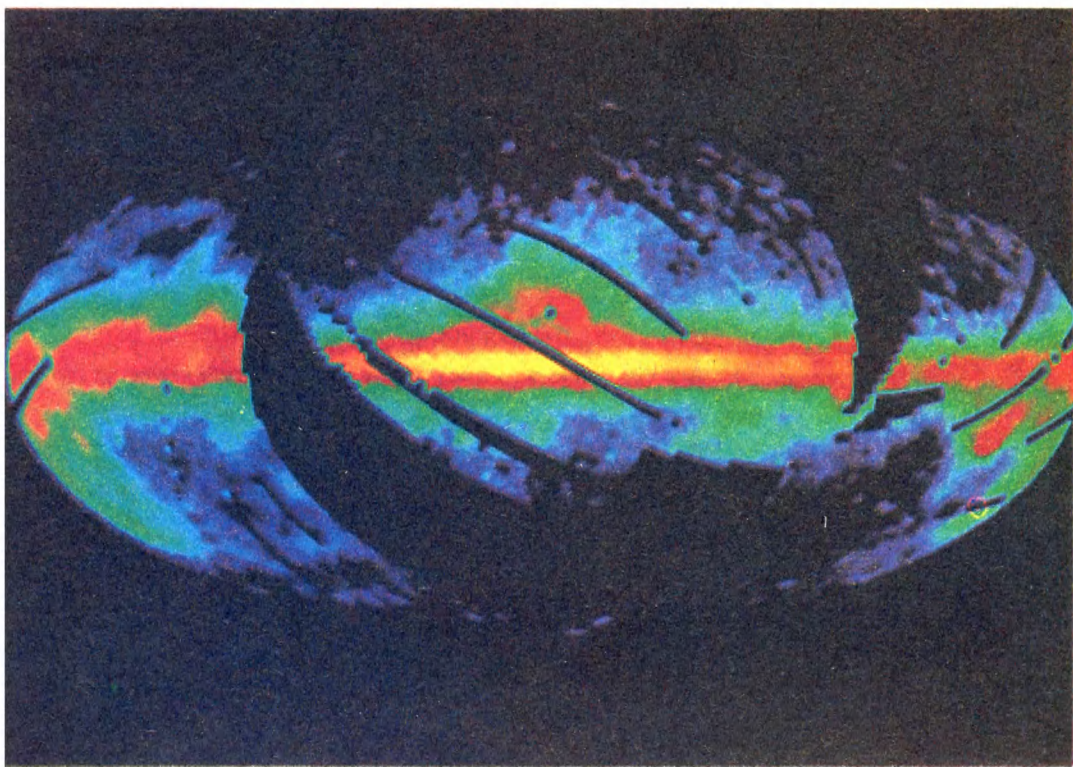
всего за 1—2 млрд лет после рождения Вселенной. Конденсация обычного вещества в плотные структуры не может начаться до тех пор, пока Вселенная не станет прозрачной для излучения. Но даже и тогда вещество будет слишком сильно нагреваться излучением, чтобы быстро конденсироваться в галактики.

Для преодоления этой трудности выдвинули предположение, что Вселенная содержит еще одну невидимую компоненту — холодное темное вещество (Земля и Вселенная, 1991, № 4, с. 3.— Ред.), которое скучивается гораздо быстрее. Его существование хорошо согласуется с инфляционными моделями.

Чтобы ненаблюдаемое вещество способствовало образованию галактик, оно должно состоять из частиц, которые не взаимодействуют с электромагнитным излучением (небарионное вещество), т. е. это не протоны, нейтроны и электроны. Теоретики предложили длинный список «кандидатов» в такие частицы, но эксперименты в области физики высоких энергий исключают их одну за другой, существование ни одной из них пока не было подтверждено.

кие области в ходе эволюции инфляционной моделью, но могут стать скоплениями или вовсе не доказывают ее.

Независимо от выбранной космологической модели инфляционная модель предсказывает, что распределение областей повышенной плотности не зависит от масштаба, т. е. картина вариаций качественно должна выглядеть одинаково в разных угловых масштабах. «COBE» как раз зарегистрировал такое распределение горячих и холодных пятен на небе. Однако некоторые ученые отмечают, что хотя эти результаты и согласуются с инфляционной моделью, но данные «COBE» не разрешают все вопросы. Обнаруженные температурные флуктуации ничтожно малы: всего около 1/100 000 от уровня фона. Другие измерения показали, что флуктуации на меньших угловых масштабах также чрезвычайно малы. Едва ли такие слабые неоднородности могли породить плотные с четкой структурой галактики



Кроме того, расчеты теоретиков показывают: Вселенная с критической плотностью, состоящая только из обычного вещества, имела бы химический состав, сильно отличающийся от наблюдаемого. Изучение крупномасштабных движений галактик также свидетельствует о том, что во Вселенной преобладает небарионное темное вещество. И если теоретикам придется оставить надежду на таинственные частицы, они должны будут придумать другой механизм, который способствовал бы быстрому образованию галактик. Правда, привлекая для объяснения холодное темное вещество, теоретики столкнулись и с другими проблемами. Некоторые космологические модели, где фигурирует холодное темное вещество, объясняют существование больших скоплений и сверхскоплений галактик, дру-

гие — образование отдельных галактик. Но ни одна не может объяснить то и другое одновременно.

Естественно, этими теориями не ограничивается арсенал теоретиков, да и не исключено, что будут открыты и другие, совершенно новые механизмы.

За три десятилетия после открытия микроволнового фонового излучения космология ушла далеко вперед. Но судьба современной космологии не в меньшей степени будет зависеть от более детальных измерений микроволнового фона. Из-за широкого поля зрения приборов на борту «СОВЕ» (около 7°) мельчайшие наблюдаемые детали соответствуют образованиям, размеры которых превосходят самые крупные скопления галактик. Разбиение микроволнового неба на более мелкие (порядка минут дуги) области даст более точную информа-

цию о возникновении скоплениях галактик и их временных галактик. Такие исследования проводятся уже на протяжении многих лет, но астрономам еще предстоит найти какие-то неоднородности в температуре неба.

Теперь, когда данные «СОВЕ» позволили определить величину температурных вариаций, исследователи смогли установить, какой должна быть чувствительность разрабатываемых экспериментов.

Ученые группы «СОВЕ» не почивают на лаврах, обещая, что к моменту завершения программы «СОВЕ» (1994 г.)

Ученые группы «СОВЕ» не почивают на лаврах, обещая, что к моменту завершения программы «СОВЕ» (1994 г.)

микроволновые измерения будут содержать гораздо меньше «шума».

Можно только догадываться, какой станет космология после предстоящих ей потрясений. «Каждое поколение думает, что именно оно может дать ответ, и каждое поколение терпит фиаско», — размышляет Любин, один из членов группы «СОВЕ». Хотя измерения на «СОВЕ», по-видимому, усилили теорию «инфляция плюс холодное темное вещество», но и это величественное здание дало трещину.

По просьбе редакции статьи К. Пауэлла комментирует доктор физико-математических наук И. А. Струков (ИКИ РАН)

Современная космология переживает в настоящее время стадию бурного развития: продолжающаяся революция в технике позволила резко расширить возможности исследований, особенно после выноса измерительной аппаратуры за пределы земной атмосферы. В результате ученые смогли получить принципиально новые данные.

Космос — огромная лаборатория, в которой можно исследовать процессы, протекающие при чудовищно высоких температурах и энергиях порядка 10^{16} ГэВ, совершенно недоступных для наземных лабораторий. Это привлекло в космологию множество ученых, занимающихся физикой элементарных частиц. Самой характерной чертой современного этапа развития этой науки выступает многоплановость исследований, объединение усилий физиков различных специальностей.

Статья «Золотой век космологии» посвящена обсуждению результатов последних экспериментов, выполненных американскими учеными с борта ИСЗ, в частно-

Недавние наблюдения скорости расширения Вселенной свидетельствуют о том, что присутствующая в инфляционных моделях Вселенная оказывается моложе входящих в нее объектов, и сейчас космологи рассматривают еще один компонент (вполне логично называемый горячим темным веществом) для укрепления рушащегося здания.

Почти никто не сомневается в справедливости стандартной космологической модели. Но с другой стороны, никто не знает, как

сти, той их части, которая касается крупномасштабной анизотропии реликтового излучения.

В свое время видный американский ученый П. Дж. Пиблс выделил четыре основных предмета исследований, которые, по его мнению, смогут углубить наши знания в области космологии:

— анизотропия реликтового излучения;

— галактики с большим красным смещением и классические космологические тесты;

— крупномасштабное распределение и движение материи;

— природа и количество темного вещества.

Разработка этих проблем и стала основной целью современных теоретиков, а в последние годы и практиков-космологов.

Необходимо подчеркнуть, что в экспериментальном исследовании крупномасштабной анизотропии Россия занимает лидирующее положение, основой которого стал огромный вклад школы академика Я. Б. Зельдовича. И вполне закономерно, что

установить прямую связь между условиями, преобладавшими в момент рождения Вселенной, и современной эпохой. Один из виднейших авторитетов в этой области науки, Дж. Острайкер, клеймит тех, «кто обращается с космологией, как с теологией, в которую вы должны верить. Это наука! Вселенной потребовались миллиарды лет, чтобы «написать историю творения». Без сомнения, человек не прекратит попытки прочесть эту историю.

именно в нашей стране впервые было найдено практическое доказательство правоты теоретиков.

Так, в ходе эксперимента «Реликт-1» на околоземную орбиту был запущен спутник «Прогноз-9» с радиотелескопом на борту, поле зрения которого составляло $6,7^\circ$. Для однократного картографирования небесной сферы потребовалось полгода, и в дальнейшем многие участки неба были исследованы еще не раз (Земля и Вселенная, 1984, № 4, с. 8. — Ред.). Тогда же была впервые получена карта небесной сферы в диапазоне длин волн 8 мм с угловым разрешением $5,8^\circ$ и температурным разрешением 0,4 мК. Глядя на эту карту, мы можем теперь уверенно сказать: крупномасштабная анизотропия излучения доказана. Это открытие было обнародовано в январе 1992 г. на Московском астрофизическом семинаре.

Как же выглядело небо в микроволновом спектре? Одна полусфера неба оказалась чуть более горячей, чем другая. Этот эффект вызван тем, что Солнечная система

движется относительно фонового излучения. В соответствии с законом Доплера, излучение, приходящее с той стороны, куда движется Земля, должно быть более коротковолновым, т. е. более теплым.

Помимо диполя на изображении оказалась отчетливо заметна полоса излучения, приходящая из плоскости галактического экватора и, очевидно, связанная с нашей Галактикой.

Отделив же излучение фона от излучения Галактики, которое также оказалось довольно сильным, а затем и от самой дипольной компоненты, мы смогли, наконец, обнаружить следы клочковатых структур, которые, в том случае, если справедливы оптические наблюдения, как полагали теоретики, должны остаться после фазы взрывного расширения ранней Вселенной. Это, действительно, выдающееся достижение отечественной космологии, серьезнейшим образом повлиявшее на наше восприятие мира.

А как ведут свои исследования американские ученые? На борту спутника «СОВЕ» было установлено три научных прибора, каждый из которых предназначен для изучения неба в своем диапазоне длин волн. Два из них, называемые «Абсолютный спектрофотометр далекой инфракрасной области» (Far Infrared Absolute Spectrophotometer, FIRAS) и «Эксперимент по изучению рассеянного излучения» (The Diffuse Infrared Background, DIRBE), установлены в криостате, наполненном жидким гелием с температурой $1,5^\circ \text{K}$, что позволило выполнять измерения на них с очень высокой точностью, избавившись от значительной части тепловых шумов. FIRAS предназначен для изучения небесной сферы в дальней ИК-области, а DIRBE — для картографирования неба на десяти раз-

ных длинах волн в инфракрасной области спектра.

С помощью этих двух инструментов американским ученым удалось получить замечательные результаты: с прибором FIRAS уточнена температура фонового излучения, оказавшаяся равной $2,735 \text{K}$. Это подтвердило, что наблюдавшийся в ряде баллонных и ракетных экспериментов рост температуры с увеличением длины волны от 1мм , вносящий хаос в построения теоретиков, которые предсказывали неизменность этой температуры, не относится к фоновому излучению. Прибор DIRBE позволил иметь достаточно полную картину распределения межпланетных, галактических и внегалактических источников.

С помощью третьего прибора, комплекса «Дифференциального микроволнового радиометра» («Differential Microwave Radiometer», DMR), американские специалисты получили результаты, вполне подтверждающие данные российских ученых, — измерена дипольная составляющая, обнаружены флуктуации фона.

Как же соотносятся результаты экспериментов «Реликт-1» и «СОВЕ» (в той их части, где они пересекаются)? Действительно, и наш и американский эксперименты выявили флуктуации фонового излучения, но, хотя по величине они в пределах погрешности измерений довольно близки, однако по пространственному расположению корреляция отсутствует. Чем можно объяснить такое расхождение?

Дело, видимо, в том, что выбранная для «СОВЕ» солнечно-синхронная орбита не может считаться оптимальной для таких наблюдений. Если судить по появившимся публикациям, основным источником погрешностей в данных «СОВЕ» стали не собственные шумы аппарату-

ры, а воздействие на них магнитного поля Земли.

Несмотря на превосходную чувствительность радиометров, американским исследователям пришлось проделывать воистину титанический труд, чтобы уменьшить систематические погрешности. Удалось ли им убрать их полностью?

Американские ученые считают, что да. Мой же анализ опубликованных данных эксперимента «СОВЕ» и сравнение их с результатами нашего эксперимента показывают, что в данных «СОВЕ», по видимому, остаются существенные систематические погрешности, после устранения которых хорошая корреляция между данными двух экспериментов становится очевидной.

Кроме некоторого противоречия с данными эксперимента «Реликт-1», результаты «СОВЕ» противоречат наблюдениям в оптическом диапазоне и итогам наземных исследований мелкомасштабной анизотропии. Я надеюсь, что после устранения систематических погрешностей данные эксперимента «СОВЕ» еще в большей степени подтвердят результаты «Реликта-1». Но все же, не стоит забывать, что чувствительность обоих экспериментов все еще недостаточна для завершения исследований в этом направлении.

В настоящее время в ИКИ РАН ведутся испытания аппаратуры проекта «Реликт-2» (его реализация намечается на 1994—95 гг.), чувствительность которой уже сейчас в 10 раз лучше чувствительности эксперимента «СОВЕ», а мы надеемся ее повысить еще в два раза. Будет использована уникальная орбита с выводом спутника в точку Лагранжа-2, расположенную в антисолнечном направлении на расстоянии $1,5 \text{млн. км}$ от Земли. Все это создаст необходимые условия для исследований.

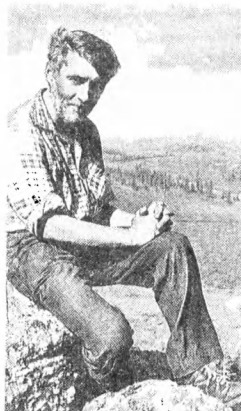
Гравитационные линзы

М. В. САЖИН,
доктор физико-математических наук
ГАИШ МГУ
В. М. СИДОРОВ

Неожиданное скрыто в самом обыкновенном. Что, казалось бы, удивительного в том, что гравитационное поле искривляет световую траекторию? Оказывается этот простой факт лежит в основе принципа работы естественных гигантских «космических телескопов».

ОКНО В НОВУЮ ОБЛАСТЬ АСТРОНОМИИ

История открытия гравитационных линз и их эффектов очень поучительна. Это один из тех немногих феноменов в истории астрономии, которыми теоретики могут заслуженно гордиться. Идея гравитационной фокусировки была высказана задолго до открытия первой линзы. А. Эйнштейн, Г. А. Тихов, Ф. Цвикки — вот неполный список ученых, предсказавших это явление еще в 30-х годах нашего столетия (вскоре после создания общей



теории относительности).

В 60-х годах вновь пробуждается интерес астрофизиков к вопросам, связанным с гравитационными линзами. Поток теоретических работ нарастал. Многие свойства гравитационных линз были поняты еще до 1979 г., когда наблюдатели обнаружили два квазара 0957+561 А, В, находящихся на расстоянии ~6" друг от друга. Благодаря подробным теоретическим расчетам ученые смогли объяснить наблюдаемые квазары проявлением действия гравитационной линзы. Стало ясно, что наблюдаются два изображения одного и того же квазара. Открытие галактики-линзы, лежащей между земным наблюдателем и квазаром, окончательно подтвердило сделанную интерпретацию. Началось активное исследование данного космического феномена, продолжающееся до сих пор.

Гравитационные линзы — один из самых интересных объектов изучения для кос-

мологии и астрофизики в целом. В космологии гравитационные линзы дают возможность определения стандартного метра — одного из самых точных способов измерения космологических расстояний. Они могут быть инструментом, помогающим изучать внешние части галактики-линзы, распределение вещества в ней, включая невидимую материю, а также дадут информацию о скоплениях галактик. Они могут играть роль «увеличительных стекол», смотря в которые наблюдатель увидит структуру далекого квазара с большим линейным увеличением.

Свет от удаленного квазара распространяется в гравитационном поле галактики-линзы, лежащей от нас на расстоянии сотен миллионов световых лет. Значит, есть возможность изучать гравитационную физику на временном интервале, удаленном на сотни миллионов лет, и делать выводы о неизменности (или, быть может, в будущем, о слабых вариациях) ньютоновской гравитационной константы на протяжении гигантских промежутков времени.

Открытие «экзотических» гравитационных линз, таких как космические струны или изолированные черные дыры сверхбольшой массы, позволит изучать предсказываемые современной физикой объекты с сильным гравитационным полем.

ЧТО ТАКОЕ ГРАВИТАЦИОННАЯ ЛИНЗА

Известны четыре основных взаимодействия: электромагнитное, слабое, сильное и гравитационное. **Электромагнитное взаимодействие** отвечает за связь между ядром и электроном в атоме, переносчики его — фотоны — дают нам большую часть информации о Вселенной. Это взаимодействие

обеспечивает силы упругости в твердых телах и силы трения, связь отдельных атомов в молекулах и связь отдельных молекул в веществе. **Слабое взаимодействие** связано с нейтринным взаимодействием и обеспечивает существование, например, нейтрона. **Сильное взаимодействие** (или ядерное) обеспечивает устойчивость атомных ядер. Перечисленные взаимодействия работают только между определенными частицами. Электромагнитные силы не действуют на электрически нейтральные частицы (нейтрон или нейтрино), сильные взаимодействия не оказывают влияния на электроны.

Особняком в этом ряду стоит четвертое — **гравитационное взаимодействие**. Оно универсально. Все частицы, независимо от их свойств, одинаковым образом ускоряются гравитационным полем. Это свойство гравитации нашло свое отражение в принципе эквивалентности — фундаментальном принципе общей теории относительности.

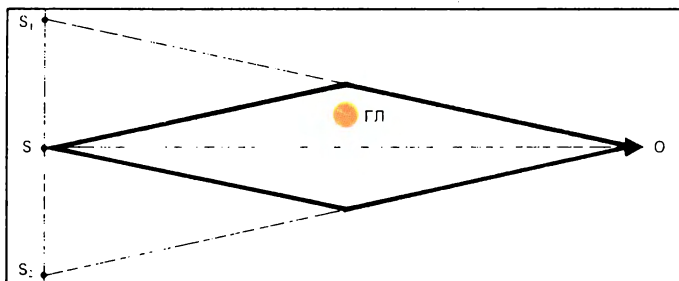
Можно сказать, что искусственный спутник Земли, электрон и фотон притягиваются Землей с одинаковым ускорением, равным $9,8 \text{ м/с}^2$. Притягиваются они одинаково, но передвигаются по-разному. Форма кривой, по которой движется каждое тело, зависит от величины и направления его начальной скорости. Спутник может перемещаться по эллипсу вокруг Земли, а может

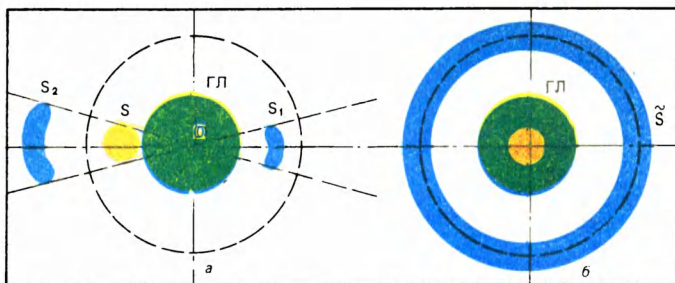
и по гиперболической траектории. Для этого ему необходимо сообщить скорость $\sim 11 \text{ км/с}$. Для тела, пролетающего мимо Земли, траектория будет тем ближе к прямой линии, чем больше его скорость. Самая большая в природе скорость — у света. Поэтому фотоны движутся почти по прямой линии.

Искривление траектории фотона вблизи притягивающей массы было предсказано А. Эйнштейном, а открыто А. Эддингтоном во время одного из полных солнечных затмений. Эффект невелик — луч света от далекой звезды, проходя вблизи солнечного лимба, отклоняется всего на $1,75''$. А. Эддингтон измерил положения звезд вблизи солнечного диска во время затмения (вне затмения звезды рядом с Солнцем не видны) и сравнил их положения с истинными, измеренными ночью, когда гравитационное поле Солнца не искажает траекторию их лучей. Из этого сравнения он получил величину эффекта, которая оказалась в хорошем согласии с величиной, предсказанной А. Эйнштейном.

Два луча света, прошедшие по разные стороны звезды и отклоненные от прямого пути, должны пересечься. Наблюдатель, находящийся в точке пересечения, увидит два изображения одной и той

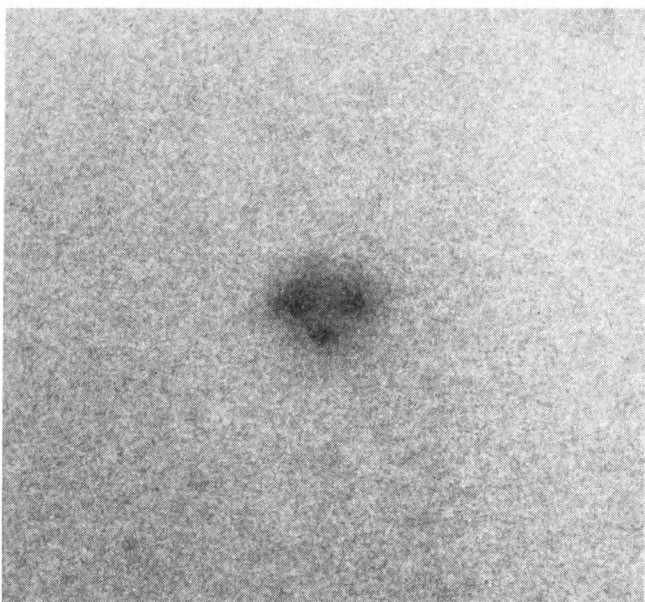
Траектории лучей, идущих от звезды (S) мимо гравитационной линзы (ГЛ) к наблюдателю (O)





Изображения источника S при различных положениях его относительно оси «наблюдатель — линза». а) Источник смещен относительно этой оси. Наблюдатель увидит два изображения S_1 и S_2 . б) Источник лежит на оси. Два изображения (S_1 и S_2) сливаются в кольцо

Снимок объекта QSO 2237+030 («крест Эйнштейна») получен на 1-метровом телескопе Майданакской обсерватории ГАИШ МГУ



же далекой звезды. Это, по существу, и есть один из эффектов гравитационной линзы.

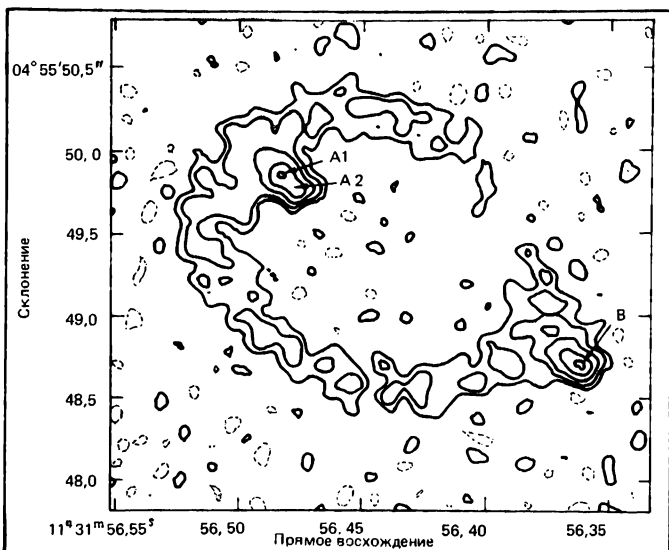
Изображение далекой звезды превратится в два «лунных серпа», зеркально отраженных друг от друга. Правда, размеры и яркость изображений будут разными.

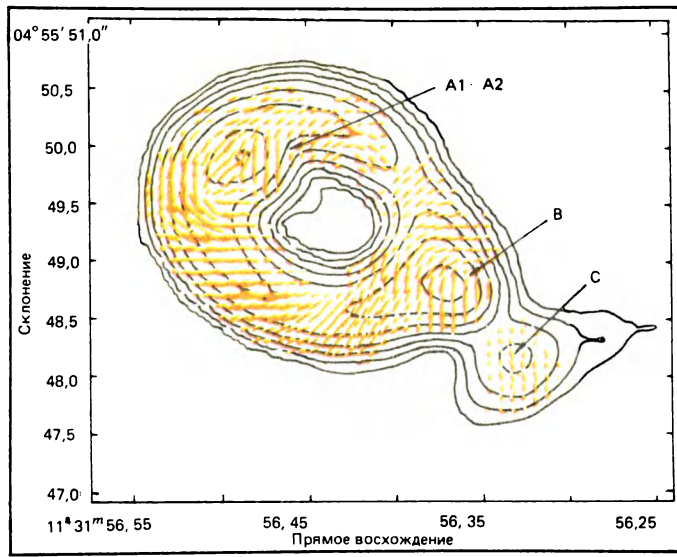
Два изображения возникают лишь в случае сферически симметричной гравитационной линзы. Гравитационные поля многих космических объектов (например, галактик) не обладают сферической симметрией. В таких случаях возникает нечетное количество изображений одного объекта с разными звездными величинами. Усиление (или ослабление) излучения источника — еще один важный эффект гравитационного линзирования.

НЕСКОЛЬКО ПРИМЕРОВ ГРАВИТАЦИОННЫХ ЛИНЗ

А можно ли наблюдать эффект гравитационной линзы на звездах нашей Галактики? Оказалось, что такая вероятность ничтожно мала.

«Кольцо Эйнштейна» — объект MG 1131+04. Изображение получено в радиодиапазоне на VLA. Буквами А, В, С обозначены пики интенсивности радиоизлучения. Наблюдения проводились на частоте 5 Гц.





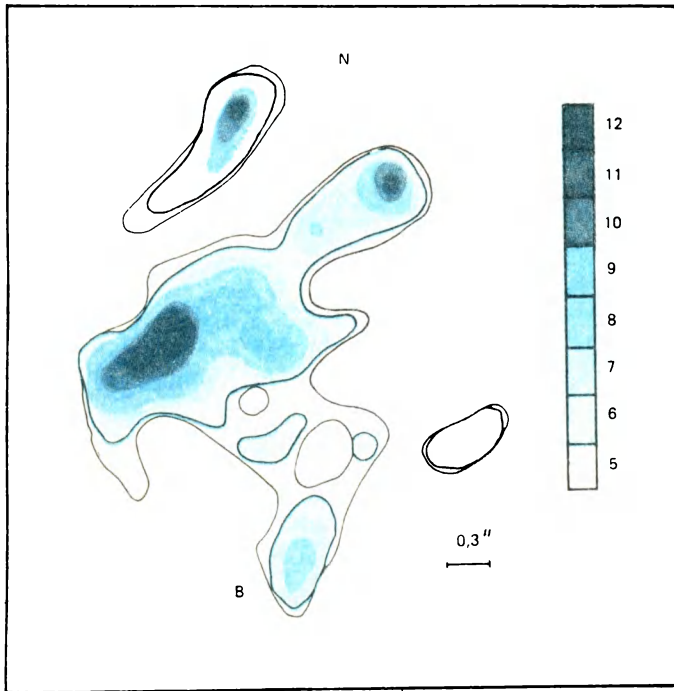
Вид «кольца Эйнштейна» на частоте 15 Гц. Кольцо разорвано.

изображений). Этот объект открыт в 1979 г. Уолшем и его коллегами. Спектры двух изображений, их красные смещения были совершенно идентичными, что и дало основание для гравитационно-линзовой интерпретации явления. Последние сомнения астрономов исчезли, когда открыли галактику-линзу. Расстояние между компонентами А и В составляет $6,1''$, галактика расположена почти вплотную к объекту В.

За десять лет со времени открытия объекта QSO 0957+561 А, В сделано много. Сейчас общее число кандидатов на их роль приблизилось к 30 и постоянно растет. Наиболее достоверно известны 24 линзы. Угловые расстояния между линзами варьируются и составляют от $0,77''$ до $7''$, но существуют объекты с расстояниями в десятки угловых секунд. Они возникают, когда роль гравитационной линзы играет скопление галактик.

Расскажем о самых интересных гравитационных линзах и о фактах, обнаруженных при их изучении.

В объекте QSO 0957+561 А, В детально картографирована структура линзы, и исследовано излучение квазара практически во всем диапазоне от радиоизлучения до оптики. Длительные измерения его блеска позволили определить постоянную Хаббла новым способом. Из рисунка, поясняющего действия гравитационной линзы, видно, что оптические пути, формирующие два изображения, различны. Значит, свет по разным путям будет идти разное время. Поэтому, если в квазаре произойдет вспышка, она достигнет наблюдателя сначала по крат-



Снимок объекта MG 1131+04 в оптическом диапазоне, сделанный на 1-метровом телескопе Майданакской обсерватории ГАИШ МГУ.

Первая и теперь самая хорошо исследованная линза — QSO 0957+561 А, В (три буквы в названии означают квазар, следующие четыре цифры — прямое восхождение $\alpha=9^{\text{h}}57^{\text{m}}$, а три цифры после знака плюс — склонение $\delta \approx 56^\circ$; буквы А и В указывают на наличие двух

Действительно, гравитационные линзы были открыты на внегалактических объектах.

чайшему пути, а затем по более длинному, т. е. повторится во втором изображении (в угловой мере более близком к галактике-линзе). Измерив разность моментов прихода сигнала, можно определить разность оптических путей, что в совокупности с известным угловым расстоянием между изображениями позволяет измерить расстояние до квазара и галактики-линзы. Сравнивая это расстояние с красным смещением объектов, можно вычислить постоянную Хаббла. Несколько групп ученых, включая группу астрономов из Специальной астрофизической обсерватории на Северном Кавказе, измеряли блеск двух компонент А и В в течение приблизительно 10 лет. Самые последние оценки постоянной Хаббла на основании этих наблюдений дают возможность понизить верхний предел ее значения до 70 км/с·Мпк. Эта точность сравнима с точностью других методов, но, в отличие от традиционных методов внегалактической астрономии, не обладает систематическими погрешностями.

Другой замечательный объект — QSO 2237+030, носит название «крест Эйнштейна». Это квазар с красным смещением $Z=1,7$, который «просвечивает» сквозь ядро спиральной галактики, имеющей $Z=0,04$. Ядро обладает квадрупольным распределением плотности, и в результате образуются четыре изображения, расположенные крестом.

В таком объекте, помимо измерения постоянной Хаббла, можно попытаться найти и эффект микролинзирования. Он возникает, когда луч «квазар — Земля» пересекается одной из звезд галактики-линзы. В результате образуется добавочное расщепление луча и изменение блеска изображения. Само расщепление составляет не-

сколько десятков микросекунд дуги и не может быть измерено современными методами. Однако изменение блеска составляет десятые доли звездной величины, что вполне доступно измерению.

Третий объект, заслуживающий внимания, — MG 1131+04 («кольцо Эйнштейна») — открыт в радиодиапазоне при наблюдениях на VLA. На частоте 5 Гц он выглядит как несколько расплывчатое кольцо, а на 15 Гц форма его становится серповидной, причем оба конца «серпа» почти смыкаются. В каком случае может возникнуть такое изображение? Чем ближе звезда-источник к линзе, тем ближе концы обоих «серпов» друг к другу. В том случае, когда источник и линза находятся на одной прямой, возникает кольцеобразная структура. Анализируя изображение этого объекта в разных частях спектра, включая оптическую часть, можно делать выводы о сравнительных размерах областей источника, излучающих в радио- и оптическом диапазонах. Получается нечто похожее на гигантский «космический телескоп», который позволяет рассматривать далекие квазары с большим линейным увеличением. Сейчас открыты по крайней мере три типа «колец Эйнштейна» (два — на северном небе, один — на южном).

Следующим в нашем списке необычных объектов стоит отметить особо экзотический случай — поле двойных галактик. Л. Кови с соавторами открыли его в области неба с координатами $\alpha = 02^h 49^m$ и $\delta = -18^\circ$. В отличие от других участков небесной сферы, где галактики в общем тоже не редкость, на этом участке галактики располагаются парами. На площадке размерами $45'' \times 45''$ ученые нашли пять

пар галактик, обладающих одинаковыми свойствами. Такую картину может дать гравитационная линза, называемая космической струной. Космические струны, экзотический объект, пришедший в астрономию из физики элементарных частиц. Они (если только существуют) представляют собой остатки Большого взрыва. Линейная плотность струны такова, что на отрезке в несколько десятков килопарсек содержится масса, равная массе целой галактики. При этом поперечные размеры струны значительно меньше размеров атомного ядра (1).

Если в данном случае действительно наблюдается космическая струна, то астрономы получают возможность исследовать состояние материи при энергиях, близких в 10^{16} ГэВ, т. е. при энергиях, на 12 порядков больших, чем у самых мощных ускорителей! Когда свет от далекой галактики проходит мимо скопления галактик, наблюдаются объекты похожие на светящиеся дуги. При этом возникает один или несколько «серпов» — искаженных изображений истинного источника. Продольные размеры некоторых дуг достигают $26''$. С их помощью астрономы изучают распределение темной материи внутри скопления светящегося вещества в линзируемом объекте и многое другое.

Итак, на наших глазах рождается новая область исследований, которую можно было бы условно назвать «гравитационно-оптическая астрономия». Новое поколение оптических, радио- и рентгеновских телескопов, обладающих большой чувствительностью и большим угловым разрешением, позволит в дальнейшем получать еще более удивительные результаты.

Солнце — источник нейтрино высоких энергий

И. В. МОСКАЛЕНКО,
кандидат физико-математических наук
Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ
им. М. В. Ломоносова

Солнце — мощный источник нейтрино. Если бы удалось зарегистрировать поток солнечных нейтрино высоких энергий, в руках физиков появился бы эталон — стандартный источник, необходимый для нейтринной астрофизики. Кроме того, нейтринный сигнал от Солнца мог бы дать важную информацию для теории элементарных частиц.



КОСМИЧЕСКИЕ НЕЙТРИНО

Нейтринное излучение высокой энергии (имеется в виду нейтрино с энергией более 50—100 ГэВ) образуется в космических объектах в результате столкновений частиц высоких энергий с атомными ядрами или фотонами. Ускорителем частиц может быть пульсар, черная дыра или другой релятивистский объект, а мишенью — звезда-компаньон, аккреционный диск или окружающее фотонное поле. В результате столкновения релятивистских

протонов с частицами газа или пыли в большом количестве рождаются вторичные частицы: мезоны (π^0 , π^\pm , K^\pm и др.), барионы (протоны, нейтроны и резонансы) и лептоны (электрон-позитронные пары, мюоны и др.). Заряженные π и K -мезоны — частицы нестабильные и быстро распадаются, порождая следующие цепочки: π^\pm -мезоны распадаются на мюон (μ^\pm) и мюонное нейтрино ν_μ , мюон также быстро распадается на электрон (позитрон) e^\pm и два нейтрино: электронное и мюонное. Предполага-

ется, что в природе существует три типа нейтрино (и антинейтрино): электронное ν_e , мюонное ν_μ и тау-лептонное ν_τ , каждое из которых соответствует одному из трех видов лептонов (электрону, мюону и тау-лептону). В дальнейшем мы будем говорить лишь о потоках высокоэнергетичных мюонных нейтрино (в отличие от электронных нейтрино низких энергий, возникающих в глубинах Солнца и других звезд и обладающих энергией в несколько МэВ).

Чем вызван интерес к нейтринной астрономии? Нейтрино — продукт распада заряженных пионов, для образования которых необходимы пучки релятивистских частиц. Следовательно, нейтринный поток — свидетельство процессов, происходящих в источнике с большим энерговыделением. Астрофизические объекты, в которых генерируются нейтрино, часто недоступны для изуче-

ния другими способами. В отличие от γ -квантов, поглощающихся как в самом источнике, так и по пути к наблюдателю, нейтрино практически не поглощаются и даже не меняют своей траектории. Таким образом, нейтринная астрономия открывает новые возможности для исследования процессов, скрытых от нас толщей материи.

НЕЙТРИННЫЕ ТЕЛЕСКОПЫ

Как известно, высокая проникающая способность нейтрино, которая позволяет им проходить без поглощения огромные массы вещества, создает большие трудности при регистрации нейтринного излучения от астрофизических объектов. Для того, чтобы «поймать» нейтринный сигнал, требуются детекторы массой порядка 10^8 — 10^9 и более тонн и размерами порядка 1 км^3 . Однако ловят они не сами нейтрино, а мюоны, которые образуются в редких столкновениях нейтрино высокой энергии с атомными ядрами вещества Земли.

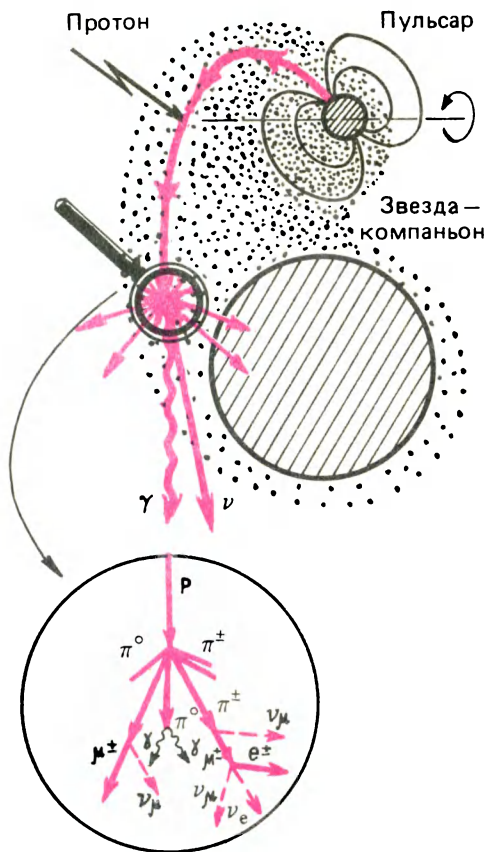
Начало нейтринной астрономии было положено в 1965—70 гг., когда в двух экспериментах KGF в Индии и CWI в Южной Африке впервые наблюдались атмосферные нейтрино. Для уменьшения фона атмосферных мюонов эксперименты проводились глубоко под землей. В 70-х гг. появился проект нейтринного телескопа принципиально новой конструкции — глубоководного океанского детектора DUMAND (Земля и Вселенная, 1992, № 4, с. 46.— Ред.). В начале 80-х гг. начался нейтринный эксперимент на Байкале. Успешные эксперименты, выполненные на детекторах IMB и KAMIO-KANDE, показали, что для водных черенковских детекторов фон атмосферных мюонов не помеха и они могут располагаться даже на

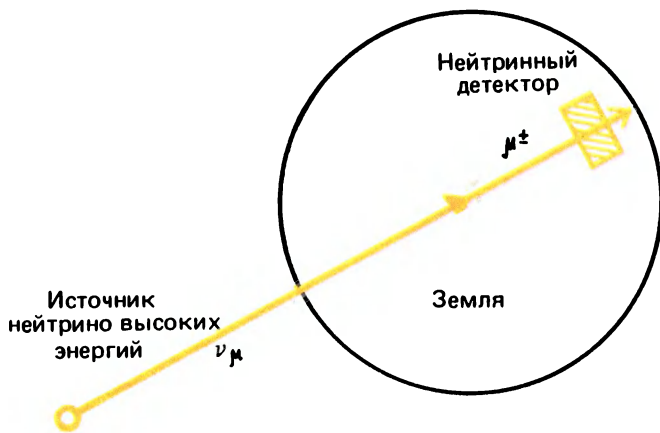
поверхности Земли. Это позволило существенно упростить конструкцию строящегося сейчас детектора GRANDE.

В настоящее время работает уже много больших нейтринных детекторов и существуют проекты еще более грандиозных нейтринных телескопов. Среди сооружаемых детекторов самый большой — проект DUMAND. После окончания строительства его масса достигнет 10^9 т , а объем — порядка 1 км^3 . Имеются планы строительства ледяного детектора RAMAND (радиоволновой антарктический детектор мюонов и нейтрино) в Антарктиде. Его объем предполагается довести до 10 км^3 , а массу — до 10^{10} т . Хочется

В результате столкновения релятивистского протона (p) с частицей газа или пыли рождаются вторичные частицы. Заряженные π - и K -мезоны — частицы нестабильные и быстро распадаются, порождая цепочки распадов: π^\pm -мезоны распадаются на мюон (μ^\pm) и мюонное нейтрино ν_μ , мюон также быстро распадается на электрон (позитрон) e^\pm и два нейтрино: электронное ν_e и мюонное ν_μ .

отметить также идею об использовании Луны как детектора адронов и нейтрино. В этом случае регистрация частиц будет осуществляться наземными радиотелескопами.





Высокая проникающая способность нейтрино позволяет им проходить без поглощения огромные массы вещества. Для регистрации нейтрино используются детекторы, однако фиксируют они не сами нейтрино, а мюоны, которые образуются в редких столкновениях нейтрино высоких энергий с атомными ядрами вещества Земли

В списке научных задач, которые предполагается решать с помощью нейтринных телескопов нового поколения, основные — поиск и исследование источников мюонных нейтрино высоких энергий, получение спектров нейтрино от астрофизических объектов, исследование химического состава и процессов ускорения космических лучей, взаимодействия космических мюонов высоких энергий, процессов их рождения и распространения, а также исследование нейтринных взаимодействий при энергиях, недоступных на современных ускорителях.

Среди действующих детекторов и тех, которые вступят в строй в ближайшее время, наиболее известны водные детекторы. В них мюоны регистрируются по черенковскому излучению, возникающему, когда скорость частицы в веществе превышает скорость света

в данной среде¹. Такие детекторы представляют собой большой объем воды (озеро, море), в который погружены гирлянды фотоумножителей, или же это расположенные глубоко под землей цистерны с водой, просматриваемые фотоумножителями. Благодаря большому пробегу мюонов в веществе (порядка 3 км) детектор регистрирует, как правило, те мюоны, которые образовались в окружающей среде. Поэтому реально для регистрации нейтрино используется объем вещества, существенно превышающий собственный объем детектора.

Угловое разрешение нейтринного телескопа определяется временными характеристиками фотоумножителей, расстоянием между ними, а также зависит от энергии регистрируемых частиц. Разрешающая способность тем лучше, чем выше энергия первичных нейтрино и, следовательно, образующихся мюонов. Однако поток энергичных нейтрино очень мал. Для увеличения

¹ Ведутся также эксперименты по регистрации частиц с использованием акустических и радиосигналов, возникающих при прохождении высокоэнергичных частиц через вещество.

количества регистрируемых событий необходимо работать с частицами меньших энергий, при этом ухудшается разрешающая способность детектора. Вследствие этого, для поиска и изучения точечных нейтринных источников реально могут использоваться нейтрино с энергией более 100 ГэВ.

СОЛНЦЕ — МОЩНЫЙ ИСТОЧНИК НЕЙТРИНО ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

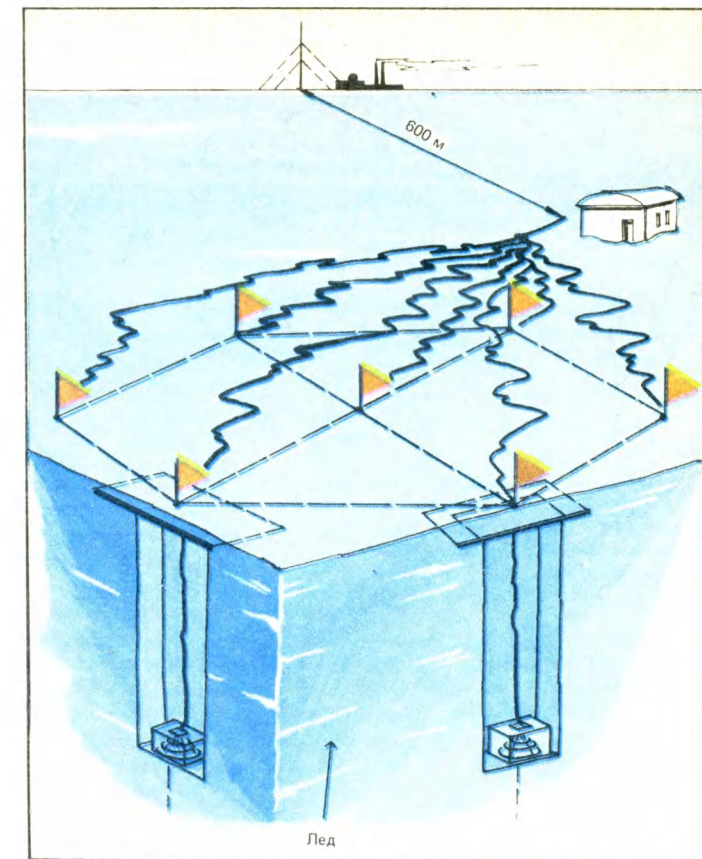
Среди предполагаемых источников нейтрино самыми яркими считаются сверхновые, активные ядра галактик, центр нашей Галактики, рентгеновский источник Лебедь X-3, источники космических лучей и др. Расчеты показывают, что нейтринный поток от источников космических лучей начинает превышать поток атмосферных нейтрино (фон) лишь при энергиях $E \geq 10$ ТэВ, то же относится и к источникам другого типа — активным ядрам галактик. Поток нейтрино с энергиями $E \geq 10$ ТэВ очень мал, и регистрация такого слабого сигнала требует значительных усилий и длительного времени наблюдения.

Оказывается, что мощным источником нейтрино и антинейтрино высоких энергий является Солнце, которое до сих пор никто не рассматривал в таком качестве. Нейтрино высоких энергий образуются в горячей разреженной атмосфере Солнца в результате столкновений частиц галактических космических лучей с солнечным газом. Практически все родившиеся нейтрино проходят сквозь Солнце, поглощаются лишь те из них, которые проходят через солнечный центр. Важно, что поток нейтрино от Солнца можно вычислить с достаточно высокой точностью, т. е. плотность газа в солнечной короне и спектр космических

лучей вблизи Земли хорошо известны.

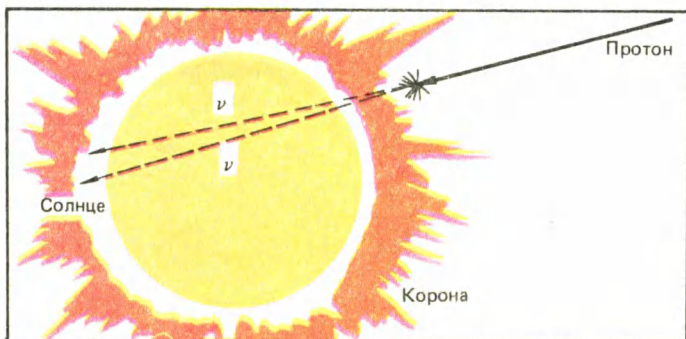
Аналогичный процесс генерации нейтрино происходит и в земной атмосфере. Атмосферные нейтрино — это фон, мешающий принимать сигналы от нейтринных источников. Расчеты показывают, что при энергии меньше 300 ГэВ потоки солнечных и атмосферных нейтрино примерно одинаковы, поэтому выделить солнечные нейтрино на фоне атмосферных невозможно. Но при энергии выше 300 ГэВ поток атмосферных нейтрино с возрастанием энергии уменьшается быстрее, чем поток солнечных, и при энергии порядка 2 ТэВ отношение потоков солнечных и атмосферных нейтрино уже достигает 10.

Происходит это по следующей причине. Пока энергия первичного протона, входящего в состав космических лучей, достаточно мала, образующиеся при столкновении вторичные нестабильные частицы (мезоны) успевают распасться до того, как столкнуться с частицами газа. При этом интегральный поток нейтрино (т. е. суммарный поток всех частиц, имеющих энергию больше или равную заданной) изменяется с увеличением энергии по тому же закону, что и интегральный спектр космических лучей, т. е. пропорционально $E^{-1.7}$. Так как спектр космических лучей вблизи Земли и вблизи солнечной поверх-



ности одинаков, а процессы, в которых рождаются нейтрино, аналогичны, одинаковыми будут и потоки нейтрино, регистрируемые детектором. При больших энергиях первичного протона вторичные частицы также будут иметь более высокие

Схематический рисунок экспериментальной установки «Гидра-7», предназначенной для изучения пространственного распределения шумовых сигналов во льду. Пробраз будущей установки RAMAND



Нейтрино высоких энергий образуются в горячей, разреженной атмосфере Солнца в результате столкновений частиц галактических космических лучей с солнечным газом. Практически все родившиеся нейтрино проходят сквозь Солнце, поглощаются лишь те из них, которые проходят через солнечный центр

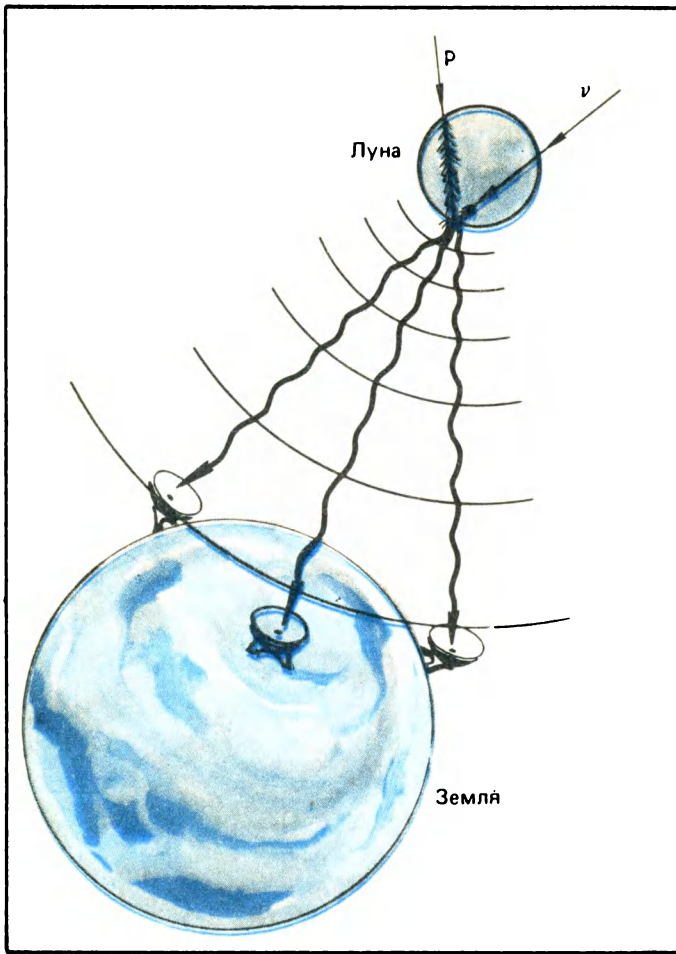
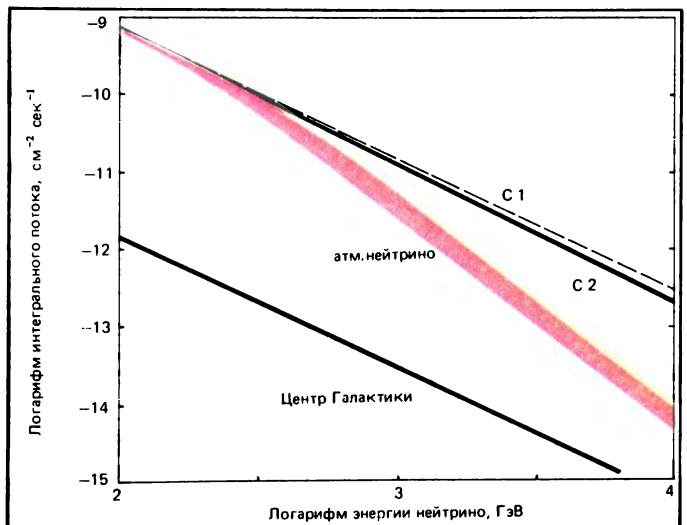


Схема лунного радиодетектора для регистрации адронов и нейтрино, в котором Луна используется как рабочее вещество. Регистрацию частиц предполагается осуществлять с помощью наземных радиотелескопов

энергии и, вследствие релятивистских эффектов, время их жизни возрастает. В этом случае рожденные в земной атмосфере, заряженные пионы не успевают распасться, а взаимодействуют с ядрами воздуха, поэтому поток нейтрино, начиная с энергии $E \sim 300$ ГэВ, убывает быстрее, чем по закону $E^{-1.7}$. Такой же эффект будет иметь место и для солнечных нейтрино, но при гораздо больших энергиях, так как плотность солнечной атмосферы много меньше земной.

Отношение потока мюонных нейтрино от галактического центра, который считается мощным источником нейтрино, к потоку атмосферных нейтрино порядка $2 \cdot 10^{-3}$, поэтому при энергиях меньших $10-100$ ТэВ нейтринный поток от центра Галактики невозможно за-

Вычисленные нейтринные потоки от Солнца, Галактического центра и оценка потока атмосферных нейтрино для детектора с угловым разрешением $\sim 0,5^\circ$ (равным угловому размеру Солнца). Пунктирная линия — поток солнечных нейтрино (С1). При высоких энергиях Солнце становится непрозрачным для нейтрино, проходящих через его центр. Из-за большой массы вещества происходит ослабление потока нейтрино за счет реакции образования мюонов. Кривая С2 (сплошная линия) — поток солнечных нейтрино вычисленный с учетом эффекта поглощения нейтрино в солнечной материи

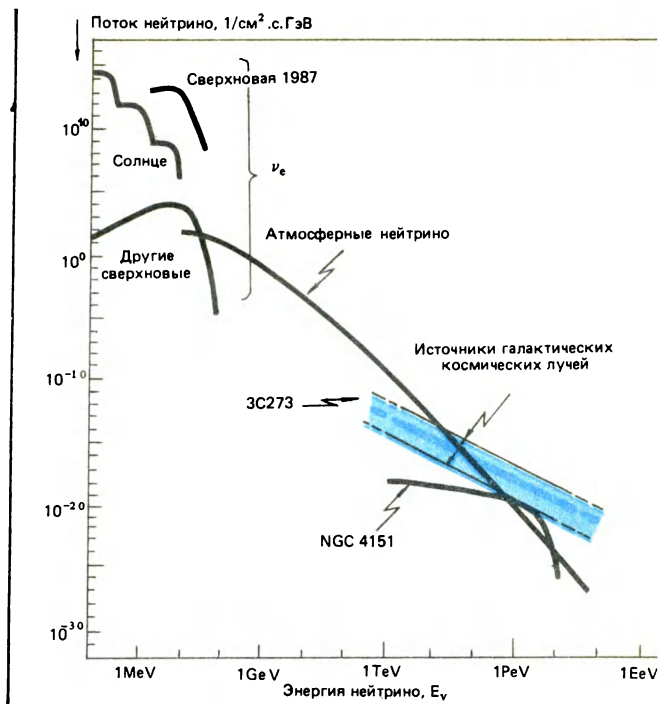


Поток нейтрино ($\nu_\mu + \bar{\nu}_\mu$) как функция энергии нейтрино. Показаны ожидаемые нейтринные потоки от различных источников и поток атмосферных нейтрино

регистрировать, в то время как поток солнечных нейтрино существенно превышает фон.

Что нам даст поток солнечных нейтрино высоких энергий, если он будет обнаружен? В первую очередь поток нейтрино от Солнца можно использовать для калибровки нейтринных детекторов (как стандартный нейтринный источник). Это очень важно с точки зрения проверки работоспособности детекторов, тем более, что поток нейтрино высоких энергий не был зарегистрирован еще ни от одного астрофизического объекта. Положительным обстоятельством здесь является и то, что уже при энергии порядка 1 ТэВ поток солнечных нейтрино существенно превышает фон, так что он может быть обнаружен детектором, угловое разрешение которого хуже, чем $0,5^\circ$ (для других источников эта энергия значительно выше: порядка $10-100$ ТэВ). При столь низких энергиях Солнце — самый мощный нейтринный источник.

В случае, если такие измерения будут выполнены, они могут также дать полезную



информацию о вероятности реакции «нейтрино-нуклон» при высоких энергиях. Такая информация очень важна для дальнейшего развития теории элементарных частиц, однако ее невозможно получить в лабораториях, так как для этого необходимо иметь интенсивные монохроматические пучки нейтрино высоких энергий.

Мы обсудили современное состояние и пробле-

мы, стоящие перед бурно развивающейся областью науки — нейтринной астрофизикой. К сожалению, в этой краткой очерке невозможно отразить все те новые идеи и методы, которые выносятся на суд научной общественности, ведь каждый год производится несколько крупных конференций, посвященных нейтринной астрофизике, которых делаются сотни докладов.

Таблица 1

Характеристики некоторых действующих и строящихся нейтринных детекторов

Детектор	Масса вещества	Энергия нейтрино	Угловое разрешение
Действующие:			
МАСПРО (Италия)	$1,25 \cdot 10^3$ т	$E \geq 1$ ГэВ	$\approx 0,5^\circ$
IMB (США)	10^4 т	≥ 1 ГэВ	$\approx 2^\circ - 4^\circ$
Frejus	$1,5 \cdot 10^3$ т	≥ 1 ГэВ	$\approx 2^\circ$
MINI (Италия)		≥ 4 ГэВ	$\approx 2^\circ$
Строящиеся:			
БАЙКАЛ (Россия)		≥ 1 ТэВ	$\approx 1^\circ$
SINGAO (Италия)		≥ 2 ГэВ	$\approx 0,5^\circ$
CRANDE (США)		≥ 6 ГэВ	$\approx 0,5^\circ$
DUMAND (США)	$\sim 10^9$ т	≥ 1 ТэВ	$\approx 0,5^\circ$

В заключение хочется выразить убеждение в том, что в скором будущем нейтринная астрономия подарит нам неожиданные открытия, по-

может найти ответы на многие вопросы, связанные с происхождением и строением Вселенной, даст возможность понять процессы, скры-

тые от нас толщей материи, узнать, где и как ускоряются частицы до огромных энергий, недоступных ни одному земному ускорителю.

Информация

Новые метеориты 1992 года

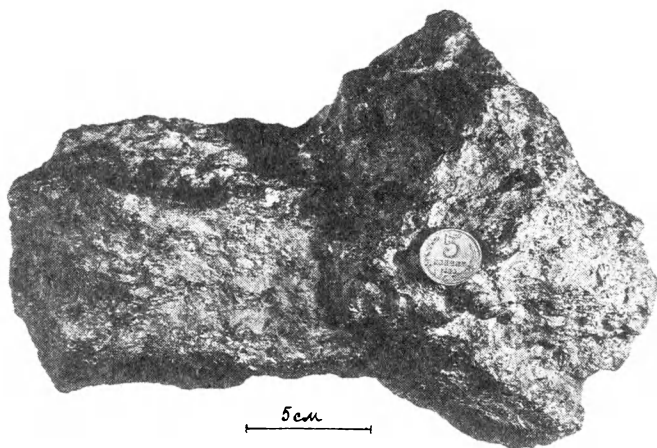
Метеорит Маслянино. Во второй половине мая агроном совхоза «Сибиряк» В. Г. Оккель, работая на хлебном поле вблизи районного центра Маслянино Новосибирской области, нашел железный метеорит массой 26 кг. Если учесть, что за несколько дней до этого события на поле проводили посевную, ясно, что он упал только что. Метеорит передан в музей Института геологии и геофизики Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск). Ученые приступили к исследованиям находки. На поверхности спила хорошо видны крупные силикатные включения, составляющие около 20 % вещества метеорита. Кусок массой около 2 кг передан для коллекции Комитета по метеоритам в Москве.

Метеорит Вятка. В ноябре 1992 г. в коллекцию Комитета по метеоритам РАН поступил не-

большой кусочек (около 150 г) нового каменного метеорита, найденного в 150 км к югу от города Кирова. Весь метеорит массой 50—80 кг до сих пор находится в поле. И. А. Фоминых, нашедший его, отколол кусок и передал в Кировский педагогический институт, откуда тот поступил в Москву. Группа сотрудников ГЕОХИ приступила к исследованиям находки. На прозрачных

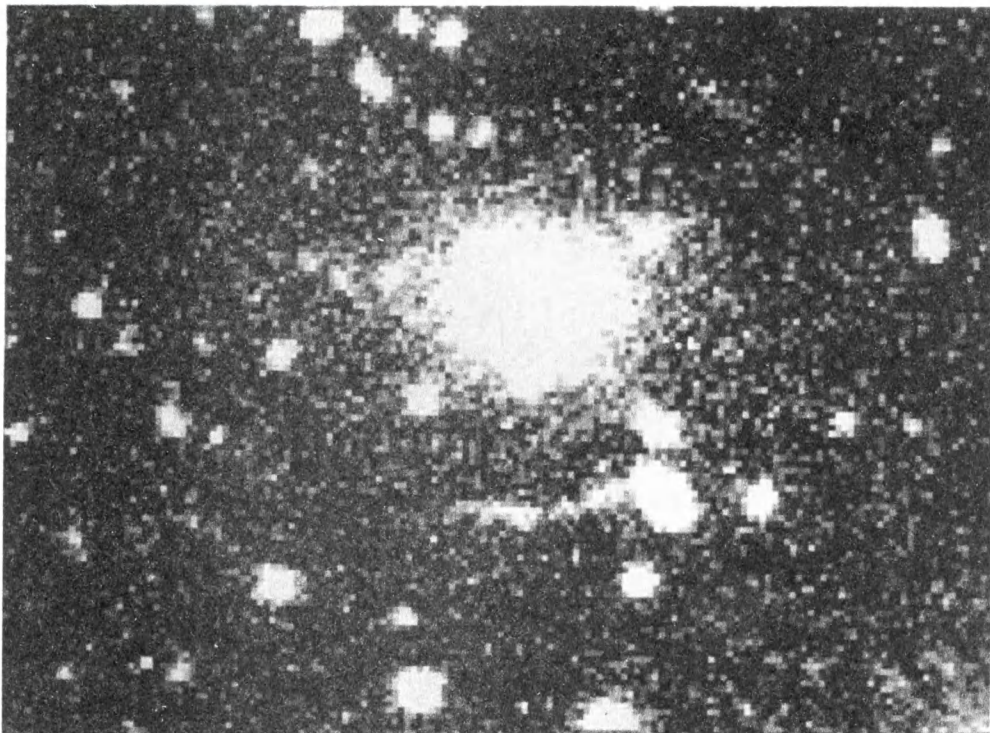
Метеорит Маслянино

(Фото С. Г. Моторина)



шлифах видны хондры и их структура, найдено много никелистого железа.

Р. Л. ХОТИНОК



Компактное ядро галактики EMSS 2137-23. Севернее центра видна гигантская дуга размерами 15 угловых секунд, состоящая из двух частей. Дуга — результат эффекта гравитационной линзы, т. е. смещения и искажения изображения галактики, расположенной позади ядра галактики EMSS 2137-23.

Снимок получен в июне 1992 г. на 3,5-метровом телескопе новой технологии (NTT) Южной европейской обсерватории, общее время экспозиции 95 мин. Север — вверху, восток — слева.

Красное смещение объекта EMSS 2137-23 равно 0,32, что соответствует радиальной скорости порядка 80 тыс. км/с и расстоянию в $5 \cdot 10^9$ световых лет.

Информация

Ботаник и зоолог... на Венере

Нет, пока еще никакая научная экспедиция на этой негостеприимной планете не высаживалась. Да и вряд ли там найдутся

флора и фауна, которые потребуют внимания таких специалистов. Речь идет о присвоении имен новым объектам, открытым на Венере. В 1992 г. безымянный кратер на этой планете получил имя Мантон в честь сестер Ирен и Сидни Мантон. Ведь астрономы давно договорились, что на Венере все новые имена должны принадлежать выдающимся представительницам слабого пола.

Сидни Мантон была общепризнанным авторитетом в деле

классификации членистоногих, а её сестра, Ирен Мантон,— профессором университета в Лидсе (Великобритания). Она первая предложила создать специальную лабораторию, в которой растения изучались бы с помощью электронного микроскопа.

Теперь имена наших современниц займут достойное место на Венере.

New Scientist, 1992, 136, 1846

Можно ли предотвратить нефтяное загрязнение гидросферы?

Л. М. ГУРВИЧ,
кандидат технических наук
Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН



В Институте океанологии РАН уже многие годы ведутся комплексные исследования, дающие основу для способов предотвращения нефтяного загрязнения гидросферы. В частности, созданы физико-химические и технологические методы и средства для совершенствования горно-нефтяных и промышленных технологий.

ИСТОКИ «ЧЕРНЫХ РЕК»

Миллионы тонн нефти ежегодно попадают в водную оболочку Земли. В больших концентрациях нефть приводит в негодность пляжи в береговых зонах, губительно воздействует на флору и фауну водоемов, затрудняет влаго-, газо- и теплообмен между океаном и атмосфе-

рой, препятствует поглощению углекислого газа и доставке в земную атмосферу кислорода, наконец, влияет на формирование климата планеты.

Нефть участвует в биогеохимических циклах миграции веществ в биосфере уже много миллионов лет, через поры и трещины в горных породах ее ежегодно поступает в океан до сотен тысяч тонн. И само слово «нефть», по одному из толкований, произошло от иранского «нефата», что означает «просачиваться». В Мировом океане за время длительной эволюции сложились совершенно определенные механизмы ассимиляции углеводородов, в частности, самоочищения морской среды от нефти. Однако способность эта отнюдь не безгранична. Ведь сегодня ежегодное поступление нефти в океан уже составляет от 1,7 до 8,5 млн т, что соизмеримо с продуцированием углеводородов в процессе фотосинтеза (около 12 млн т). При авариях

нефтеналивных судов в океан попадает 200—390 тыс. т нефти, авариях морских буровых платформ — 60—120 тыс. т (естественный выход нефти из земных недр — 400—600 тыс. т). Главным образом это сырая нефть с присущим ей составом и свойствами.

С продуктами сгорания двигателей и энергетических установок, с испарениями нефтеналивных резервуаров в океан поступают нефтяные углеводороды. Это легкие фракции нефти или нефтепродуктов, а также мелкие ($\leq 0,25$ мкм) частицы не полностью сгоревших в двигателях топлив и масел.

При балластировочных и мочных операциях на судах, очистке судовых танков, железнодорожных цистерн, оборудования нефтеперерабатывающих предприятий, а также при добыче, транспортировке по трубам и хранении нефти, эксплуатации машин и других операциях в водоемы попадает не сырая нефть или ее товарные продукты, а отработанные масла, нефтеостатки, или асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО). Только в США ежегодно образуется около 4 млрд л отработанных масел. Известно, что сырая нефть и нефтепродукты, попадая в аварийных ситуациях в море, быстро претерпевают физические, химические и биохимические превращения, так что состав и свойства их становятся близкими к асфальтосмолопарафиновым отложениям.

ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ЛИ «НЕФТЬ» — ЭТО НЕФТЬ?

Гидрохимики и экологи под термином «нефть» обычно понимают сырые нефти и продукты их переработки, а нефтяным загрязнением природных и сточных вод считают содержащиеся в них неполярные и малополярные нефтяные углеводороды. Это высокомолекулярная со-

ставляющая нефти и нефтепродуктов, которая под влиянием внешних факторов (температуры и давления, смешения нефтей) осаждается, а иногда образуется на поверхности труб, резервуаров, танкеров, деталей машин и затем попадает в природные воды. Вещества эти — назовем их загрязняющими веществами нефтяного происхождения (НЗВ) — содержат, наряду с углеводородами, соединения, куда входят кислород, сера и азот, ароматические вещества типа смол, асфальтенов, ангидридов, а также карбоиды, металлопорфириновые комплексы, минеральные примеси. Основная масса НЗВ мало стабильна, легко вступает в реакции и полярна, она содержит также вещества, активные на границах раздела фаз. Содержание указанных природно-поверхностно-активных веществ в НЗВ достигает десятков процентов.

Нефтяные загрязнители в воде практически нерастворимы, но могут образовывать с ней эмульсии типа «вода в нефти» или «нефть в воде». Фундаментальные свойства таких нефтеводяных эмульсий — их гетерогенность, т. е. наличие межфазной поверхности, дисперсность и устойчивость. Гетерогенность эмульсий предопределяет существование поверхностной энергии, раздробленность сообщает дисперсным системам новые свойства из-за довольно большой поверхности раздела между нефтью и водой, избыточной поверхностной энергии и неравновесного состояния самой поверхности. Часть нефтеводных эмульсий формируется самопроизвольно в присутствии природных, а также синтетических поверхностно-активных веществ. Это устойчивые эмульсии. В основной же массе нефтеводяные эмульсии термодинамически не-

устойчивы.

1 г нефти, имеющий площадь поверхности около 5 см^2 , в эмульгированном состоянии может дробиться на 200 триллионов капелек и образует межфазные поверхности до 865 тыс. см^2 с избытком поверхностной энергии порядка $3 \cdot 10^7$ эрг. Таким образом, происходит не только химическое, но и энергетическое загрязнение океана: около 1 млн кВт·ч. поверхностной энергии поступает ежегодно в Мировой океан вместе с нефтесодержащими сточными водами. И хотя для океана это буквально капля в море (площадь его поверхности — 400 млн км^2 , а величина поверхностной энергии — 8 млн кВт·ч), из-за избытка энергии изменяются химические, физические, токсикологические и другие свойства нефти и смолопарафиновых отложений после их эмульгирования.

Состав основной массы НЗВ, огромные площади межфазных поверхностей на их границах с водой, покрытие этих веществ слоями токсичных, канцерогенных и мутагенных смолистых веществ — все это дает основание причислить нефтяные загрязнители к ксенобиотикам — веществам, которые никогда раньше не встречались в природных водах. Наряду с увеличением объемов поступления нефти в гидросферу, ксенобиотики становятся важной причиной истощения естественного механизма ассимиляции загрязнений в некоторых районах океана. Еще одна причина — массовое поступление НЗВ не в районы привычной дислокации нефти, а туда, куда она никогда прежде не поступала.

НЗВ В ГИДРОСФЕРЕ

Антропогенный выброс нефти в гидросферу достиг величины, которую в масшта-

бе всей планеты обеспечивают естественные процессы генерации углеводов (порядка 100 млн т). В одном только Балтийском море в рейсе научно-исследовательского судна «Академик Курчатов» было обнаружено свыше 1 млн т нефтяных углеводов. В море выделяются динамичные зоны повышенного уровня НЗВ — на трассах интенсивного судоходства, в устьях рек с развитой по берегам промышленностью, и статистически устойчивые зоны стабильного накопления НЗВ — на главных геохимических барьерах (границы раздела вода — воздух, вода — дно, река — море и т. д.).

Нефтяные загрязнители в море содержатся в различных формах. В периоды между авариями танкеров и морских буровых платформ основная масса НЗВ в воде находится в виде эмульсии, 1—12 % — в истинных растворах и 0,2—10 % — в коллоидно-растворенном состоянии. Несколько процентов НЗВ обнаруживается в поверхностной пленке воды, 0,1—2,5 % сорбирует грубая взвесь. В донных осадках Балтики содержится около 15 % НЗВ. Это интегральные последствия антропогенной нагрузки на водоем.

В поверхностном микрослое сосредоточены лишь сотые доли процента общих загрязнений водоема. Зато содержание НЗВ здесь, как правило, на порядок выше, чем во всем остальном объеме воды. Концентрирование в этом слое нефтяных загрязнений особенно опасно, поскольку оно играет весьма важную роль в жизни водоема. Несколько десятков тонн нефтяных загрязнений, сбрасываемых ежегодно береговыми очистными сооружениями Вентспилса — лишь незначительная часть ассимиляционной емкости Балтики. Однако, сконцентрировавшись в поверх-



ностном микрослое, загрязнения способны нанести катастрофический ущерб всей экосистеме моря, во всяком случае не меньший, чем разливы нефти при авариях танкеров.

Количественное соотношение форм и миграции НЗВ в гидросфере не остается постоянным и зависит, например, от процессов, протекающих на геохимических барьерах. В зоне гидрофронта рек нефтеводные эмульсии могут разрушаться с образованием вторичной поверхностной пленки и высвобождением полярных компонентов НЗВ. Затем они собираются на границах раздела воды с воздухом, взвесью, биотой, льдом, берегом.

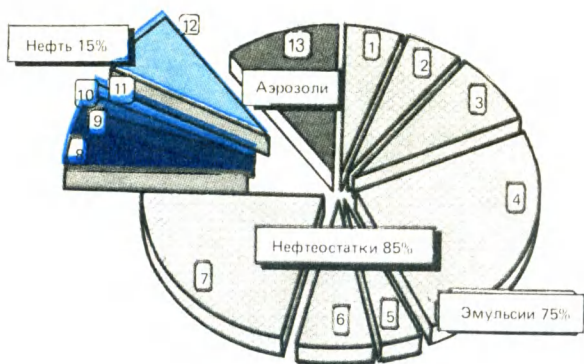
Каждая из форм существования НЗВ в гидросфере отличается определенным составом и свойствами. В поверхностном микрослое, например, концентрируются полярные низкомолекулярные НЗВ, эмульгированные НЗВ окружены бронирующими оболочками поверхност-

Загрязненный нефтепродуктами пляж литовского курорта Паланга после разлива мазута при аварии танкера в Клайпедском порту (1982 г.)

Фото автора

но-активных веществ. На взвеси сорбируются липкие смолистые компоненты НЗВ, они же вместе с тяжелыми нефтяными загрязнителями накапливаются в донных осадках. Следовательно, каждая из форм миграции НЗВ в гидросфере концентрируется в определенном месте, имеет свой механизм эволюции и по-своему влияет на химические и биологические процессы в море. Механизмы эти пока еще до конца не поняты и нуждаются во всестороннем изучении.

Знание состава и формы поступления НЗВ в гидросферу, а также видоизменения и деградации нефтяных загрязнений в Мировом океане дают возможность вырабатывать определенные пути



Источники нефтяного загрязнения гидросферы. 1 — бытовые стоки; 2 — стоки нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий; 3 — стоки промышленных предприятий; 4 — выбросы транспорта; 5 — стоки береговых очистных сооружений; 6 — воды судовых машинно-котельных отделений; 7 — промывочные и балластные воды судов; 8 — аварии судов; 9 — разливы в портах и у нефтепричалов; 10 — разливы на морских нефтепромыслах; 11 — потери при транспортировке и хранении нефти; 12 — естественный выход нефти из недр; 13 — поступление через атмосферу

и способы предотвращения нефтяного загрязнения океана. Здесь нужно не только уменьшать до предела объем нефтесодержащих сточных вод, но и улучшать их качество, преобразовывая технически неизвлекаемую часть нефти в такие формы, которые меньше вредят водоемам и водным организмам.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Нефть или асфальтосмолопарафиновые отложения с твердых поверхностей удаляют с помощью воды или водных растворов синтетических поверхностно-активных веществ. Сюда входит и про-

мывка пор продуктивных пластов при нефтедобыче, и гидротранспорт вязких нефтей в скважинах и трубопроводах, и дебалластировка и мойка танкеров, и очистка машин и т. п. Непременная стадия всех этих технологий — диспергирование нефти в воде и стабилизация эмульсий, которых при этом образуется сотни миллиардов кубометров.

Только ведомственным автотранспортом Украины сбрасывается ежегодно 2,5 млрд м³ нефтесодержащих вод. Их очистка дорога и неэффективна: себестоимость даже некачественной очистки каждого кубометра составляет от 1 до 5 руб (в ценах 1990 г.), а предотвращение попадания с судов в океан одной тонны нефти обходится в 4500 долл.

Решать экологические задачи путем многомиллиардных затрат на очистку сточных вод экономически бесперспективно, а технически — абсурдно. Выходит, что сначала нужно израсходовать энергию на создание устойчивых эмульсий, а потом — на их разрушение! Так называемое «обезвреживание» нефтесодержащих сточных вод разбавлением до предельно допустимых концентраций требует ежегодно около 100 тыс. км³

чистой воды, а ее давно уже нет в районах сброса. Создание же производств с замкнутыми циклами водопользования, т. е. многократное использование нефтеводных эмульсий в качестве рабочих жидкостей, затруднено. Ведь НЗВ продолжают накапливаться в воде и, когда достигается их пороговая концентрация, вода утрачивает необходимые технологические свойства.

Решение проблемы — лишь в превентивном уменьшении объемов и улучшении качества техногенных нефтеводных эмульсий на стадиях их образования. И сделать это можно без ущерба для современных технологий.

Во-первых, устойчивая стабилизация эмульгированной в воде нефти, вопреки традициям, далеко не всегда необходима, а порой и просто нежелательна. Стабильные эмульсии снижают техническую эффективность многих процессов: затрудняют обезвоживание нефти, интенсифицируют образование и ухудшают качество асфальтосмолопарафиновых отложений, замедляют динамику мощного действия и т. д. При гидротранспорте высоковязких нефтей эмульсии уменьшают устойчивость периферийных водных слоев и в конечном итоге — производительность скважин и трубопроводов.

Во-вторых, сохранить технологические свойства нефтесодержащих вод можно не только за счет устойчивой стабилизации эмульсий, но и другими физико-химическими и технологическими приемами. И наконец, в качестве выходов факторов любого технологического процесса взаимодействия нефти с водой (добыча, переработка, трубопроводный транспорт нефти и т. д.) нужно принимать не только степень чистоты поверхности или производительность

скважины, но и количество и состав образующихся нефтесодержащих вод и состояние нефтяного загрязнителя. Ведь именно нерациональные технологии порождают экологические, а одновременно энергетические и ресурсные проблемы. Один из критериев — коэффициент использования энергии (отношение необходимого ее количества к затраченному). Даже в самых современных процессах почти вся вводимая энергия (свыше 99,99 %) тратится не на полезную работу преодоления сил адгезии (сцепления) асфальтовых смол с твердой поверхностью, а на диспергирование и стабилизацию эмульсий. Из 20 млн Дж, расходуемых на очистку каждого квадратного метра поверхности двигателя, лишь 0,5 Дж идет на разрушение адгезионных связей, а все остальное — во вред природе.

Что же касается использования поверхностно-активных веществ, то не только энергия, но и основная их масса нерационально расходуется на стабилизацию поверхностей раздела фаз. Как это ни парадоксально, но чем их больше используют, тем меньшая их часть выполняет полезную работу и тем больше их требуется.

Для нейтрализации негативного действия нефтяных загрязнителей можно применять химические и физико-химические методы направленного регулирования фазовых и энергетических взаимодействий нефти с водой. Необходимо использовать синтетические поверхностно-активные вещества, противоположные по стабилизирующему действию природным

поверхностно-активным веществам нефти, различные коагулянты и флокулянты, комплексоны и сорастворители, фильтрацию и ультрафильтрацию, магнитные поля и т. д.

В Институте океанологии РАН разработаны десятки рецептур и технологий применения специальных технических моющих препаратов, новых технических моющих, дезэмульгирующих средств и многофункциональных реагентов для добычи и трубопроводного транспорта нефти. Они освоены в производстве и уже используются на предприятиях страны. Так, препарат ТЕМП-100Д с более высокой моющей способностью, чем самый лучший из ранее применяемых очистителей, при значительно меньшей затрате энергии снижает нефтяную загрязненность использованной воды в 1000 раз! Важно и то, что из-за меньшей раздробленности нефти каждый ее грамм имеет межфазную поверхность менее $0,04 \text{ м}^2$ вместо $86,5 \text{ м}^2$. А поэтому на удаление 1 г нефти расходуется в миллион раз меньше поверхностной энергии. Во столько же раз уменьшается непроизводительный расход активных компонентов препарата на стабилизацию эмульсий. Так можно организовать замкнутое водоиспользование без сброса нефтесодержащих сточных вод.

Большую роль играют и специальные микродобавки многофункциональных реагентов. Предотвращая образование асфальтосмолопарафиновых и солевых отложений в скважинах и трубопроводах, снижая в них газоделиение и повышая ко-

эффициент наполнения погружных насосов, они позволяют также производить глушение скважин без снижения дебита нефти. Кроме того, они улучшают фильтрационные характеристики продуктивного пласта вблизи забоя и, наконец, дают возможность транспортировать по трубам высоковязкую нефть. При введении в трубопровод всего нескольких десятков граммов многофункционального реагента МЛ-80 давление, необходимое для перекачки высоковязкой нефти, снижается на 15—20 атм.

За последние 20 лет химическая промышленность произвела 151 тыс. т препаратов, разработанных в Институте океанологии РАН. Экономический эффект от их применения в различных отраслях хозяйства составил 940 млн руб. Дополнительно добыто свыше 15 млн т нефти, а кроме того удалось уменьшить на 146 млн м^3 объем нефтесодержащих сточных вод и предотвратить попадание в гидросферу 152 тыс. т нефтяных загрязняющих веществ, экологический ущерб от которых мог составить 6 млрд руб.

Предупреждая образование избыточных объемов нефтеводяных дисперсных систем и снижая до обского уровня их устойчивость, можно без дополнительных расходов повышать производительность и качество нефтяных работ и одновременно не допускать загрязнения нефтью водной оболочки Земли.

Программа «Спейс Шаттл»: очередные полеты

51-й полет, программа STS-52. 22 октября 1992 г. в 17 ч. 09 мин 39 с (UT) космический корабль «Колумбия» (13-й полет) оторвался от стартового стола космодрома на мысе Канаверал и 9 минут спустя вышел на орбиту высотой около 300 км. На борту находился экипаж в составе командира Джеймса Уэзерби (2-й полет), пилота Майкла Бейкера (2), специалистов по полезной нагрузке Тамары Джерниган (2) и Стивена Маклина (1, 3-го астронавта Канады), а также специалистов по операциям на орбите Уильяма Шеферда (3) и Чарльза Вича (2).

23 октября экипаж успешно выполнил основную задачу полета — вывел в космос геодезический спутник «Лагеос-2», который в 14 ч 57 мин с буксиром IRIS отделился от корабля. Через 45 мин включился двигатель буксира, поднявший орбиту спутника до 5900 км.

Спутник «Лагеос-2» — сфера, изготовленная из бронзы и алюминия, на которой укреплены 426 призм, предназначенных для обратного отражения лазерных лучей, посылаемых с наземных станций. Фиксируя отраженные сигналы, ученые смогут с высокой точностью следить за движением тектонических структур, перемещением континентов и гравитационным полем планеты.

Масса спутника всего лишь около 400 кг, что дало основание

многим специалистам сомневаться в целесообразности его вывода кораблем «Шаттл» грузоподъемностью в 24 т. Однако NASA считает, что этим выполняются обязательства перед Итальянским космическим агентством, по заказу NASA разработавшим и создавшим буксир IRIS, для вывода с борта «Шаттлов» коммерческих спутников. Когда после гибели «Челленджера» было решено прекратить использование многоразовых кораблей для запуска коммерческих спутников, «Лагеос» оказался единственным грузом для буксира, на разработку которого Италия истратила 160 млн долл. Однако NASA полагает, что полет все же окупит себя, принеся многочисленные научные и технологические результаты.

24 и 25 октября астронавты испытывали систему точного управления манипулятором, наблюдали поверхность Земли и выполняли технологические эксперименты по кристаллизации различных материалов. Один из канадских экспериментов был посвящен фотографированию слабого свечения, наблюдаемого в межпланетной среде.

26—27 октября экипаж продолжал эксперименты по исследованию атмосферы Земли и получению новых сплавов металлов. В небольших тиглях плавил около 40 образцов металлов, включая золото, серебро, свинец. Ученые рассчитывают получить оригинальный сплав для использования при создании нового поколения микроразнообразных схем. С. Маклин, ответственный за проведение экспериментов Канадского космического агентства, испытывал «систему космического зрения», повышающую точность операций, совершаемых с помощью манипулятора. Эти эксперименты помогут отработать приемы, необходимые для монтажа космической станции «Фридом».

28 октября экипаж начал эксперимент «MELEO» («Экспонирование материалов на низкой околоземной орбите»). В ходе его образцы различных конструктивных материалов с помощью дистанционного манипулятора выносятся из грузового отсека и располагаются навстречу движению корабля. После 30 ч экспонирования они возвращаются назад. В дальнейшем ученые будут определять по результатам этого эксперимента эрозионное

воздействие на образцы атомарного кислорода верхней атмосферы и решат, какие из материалов наиболее пригодны для использования на будущей станции «Фридом» и канадском ИСЗ «Радарсат».

29 октября. Согласно плану завершен шестидневный французский эксперимент по изучению затвердевания материалов. После очередного исследования управления движениями манипулятора выполнилось, что оно обладает пространственной ошибкой в 2—3 см.

30—31 октября. Орбита «Колумбии» снижена до 210 км для создания условий более детального изучения эрозионного воздействия атомарного кислорода на материалы.

1 ноября. В 14 ч 05 мин экипаж «Колумбии», полностью завершив программу полета, совершил посадку на полосу космодрома Канаверал. Продолжительность полета составила 9 сут 18 ч 55 мин.

52-й полет. 2 декабря 1992 г. в 13 ч 24 мин (UT) после 85-минутной задержки, вызванной обледенением топливного бака, космический корабль «Дискавери» стартовал с космодрома Канаверал. Это — десятый полет (программа STS-53), выполняемый по заказу Министерства обороны США. Через 8,5 мин после начала полета маршевые двигатели отключились, и корабль оказался на орбите с апогеем 370 км. Еще одно трехминутное включение двигателей, — и он вышел на заданную круговую орбиту.

3 декабря экипаж «Дискавери» в составе командира Дэвида Уолкера (3-й полет), пилота Роберта Кабана (2) и специалистов по обеспечению полета Гайона Блуфорда (4), Майкла Клиффорда (1) и Джеймса Восса (2) вывел на орбиту разведывательный спутник. Хотя о типе спутника официально не объявлялось, полагают, что это «Лакросс» — мощный радиолокатор для обнаружения земных объектов.

4 декабря. Главная задача дня — испытание лазерного приемника, который, по замыслу создателей, сможет помочь усовершенствовать радионавигационную спутниковую систему «Навстар», используемую американскими войсками для определения своего положения на Земле (точность — 17 м). Считают, использование лазерного

излучения вместо радиоволн увеличивает точность определения координат наблюдателя. Однако опробовать систему не удалось: помешала сильная облачность в местах установки лазерных излучателей.

Экипаж предпринял попытку испытать компьютерную видеокамеру «Геркулес», разработанную ВВС США для автоматического определения координат объектов. Но из-за облачной погоды большинство из запланированных 140 целей отсняты не удалось. Проведены измерения солнечной и космической радиации.

Астронавты попытались вывести в космос шесть металлических шаров диаметром от 5 до 15 см, которые служили бы мишенями для радаров и телескопов, следящих за космическими обломками. Однако из-за неисправности системы выталкивания шаров эксперимент провести не удалось.

5 декабря. Погодные условия на Земле снова мешали астро-

навтам. Лазерную связь установить по-прежнему не удается, а фотографировать камерой «Геркулес», астронавты то и дело вынуждены пропускать намеченные районы.

6 декабря. Лазерный сигнал с авиабазы «Малабар» во Флориде наконец достиг борта «Дискавери». Зеленый луч лазера астронавты видели и визуально, и с помощью камер. Вновь проводились съемки Земли камерой «Геркулес».

7 декабря. Астронавты продолжали эксперименты по лазерной локации, съемки поверхности Земли. Осуществлены и некоторые медико-биологические исследования. Вечером этого дня экипаж «Дискавери» впервые наблюдал космический закат (до этого траектория полета корабля постоянно освещалась Солнцем).

8 декабря. Пользуясь темнотой, астронавты изучали слабое свечение, возникшее на корпусе корабля при взаимодействии с окружающей средой. Вечером астронавтам пришлось совершить

маневр, чтобы разминуться с безымянным космическим обломком. Столкновение было маловероятным, но действующие правила NASA не допускают сближения «Шаттлов» с другими телами ближе, чем на 2,1 км в боковом направлении или 4 км вдоль траектории.

9 декабря. В 19 ч 30 мин (на 115-м витке вместо 114-го) «Дискавери» приземлился на авиабазе «Эндрюс» в Калифорнии. Из-за утечки горючего из двигателя системы ориентации, начавшейся непосредственно перед сходом с орбиты, экипажу пришлось пробыть в кабине после приземления лишние два часа, дожидаясь пока наземный персонал произведет нейтрализацию ядовитых паров.

Длительность полета составила 7 сут 7 ч 19 мин.

По материалам информационного бюллетеня «Новости космонавтики»

(Продолжение следует)

Информация

Когда Галактика была «юной»...

Интересное открытие сделали астрономы из Научного института космического телескопа им. Э. Хаббла (США), руководимые Дуччо Маччетто, работая на 3,6-метровом телескопе Южной европейской обсерватории в Чили. На границе между созвездиями Скульптора и Кита они обнаружили неизвестную ранее галакти-

ку, относящуюся к виду «нормальных», или «радиоспокойных».

Это самая удаленная от нас галактика подобного вида. Она расположена между нами и еще более удаленным квазаром QSO 0000-2619. В спектре галактики присутствует линия водорода Лайман-альфа с красным смещением, равным 3,428. До сих пор «рекордно» удаленной радиоспокойной галактикой считалась та, у которой красное смещение составляет «всего» 2,758. Разумеется, науке известны и более далекие галактики, но все они не относятся к классу «нормаль-

ных».

Поперечный размер «новой» галактики достигает 3,5". Это говорит о ее диаметре, равном, по крайней мере, 40 тыс. св. лет (поперечник диска Млечного Пути достигает примерно 130 тыс. св. лет).

Открытие имеет принципиальное значение, ведь мы видим галактику в том состоянии, которое было присуще нашей Вселенной в возрасте, составляющем всего 10—15 % нынешнего.

The Astrophysical Journal,
10.02.1993
New Scientist, 1992, 136, 1842

Малоизвестное о Ньютоне

О гениальном Исааке Ньютоне, 350-летие со дня рождения которого отмечается в 1993 г., написано множество книг и статей. Были публикации о Ньютоне и его трудах и в нашем журнале [Земля и Вселенная, 1987, № 1, с. 37; с. 48.—Ред.]. Стараясь не повторять известное всем, расскажем о некоторых фактах жизни и деятельности великого ученого.

ОТНОШЕНИЕ НЬЮТОНА К БОГУ

Ньютон был глубоко верующим человеком, хорошо знавшим Священное писание, правоверным протестантом, примерным прихожанином и находился в добрых отношениях со многими известными в то время служителями церкви. Он не только ученый-естественник, каким мы его знаем, но и ученый-теолог. Его перу принадлежат богословские работы: «О двух важных искажениях текста священного писания», «Замечания на книгу пророка Даниила и Апокалипсис св. Иоанна» и ряд других. В своих теологических и обычных научных трудах Ньютон стремился перебросить мостик от религии к естествознанию, примирить теологию с наукой. Например, в «Математических началах натуральной философии» (1687) он пишет: «Изящнейшее соединение Солнца, планет и комет не могло произойти иначе, как по намерению и по власти могущественного и премудрого существа»¹.

Один читатель трактата Ньютона заподозрил автора в атеизме и написал ему об этом. Ученый ответил, что искренне верит в Бога. В письме Ньютона есть такие строчки: «Когда я писал свой труд о системе мира, я направлял свое внимание на такие принципы, которые могут вызвать у мыслящего человека веру в божественное существо»².

НЬЮТОН И ГУК

Тяжба Ньютона с Г. В. Лейбницем (1646—1716) о том, кто из них первым придумал дифференциальное и интегральное исчисления, стала притчей во языцех. Менее известны его приоритетные споры с Робертом Гуком (1635—1703) по проблемам оптики и закону всемирного тяготения.

В январе 1672 г. Ньютона избирают членом лондонского Королевского общества (академиком). В следующем месяце на очередном заседании Общества он делает доклад о своих открытиях в оптике. Во время обсуждения Р. Гук выступает с притязаниями на приоритет. Разгорается резкая полемика, и возмущенный Ньютон дает себе слово никогда больше не публиковать свои работы по оптике (он нарушит его лишь в 1704 г., через год после смерти Гука).

Приоритетные споры с Гуком возникали у Ньютона практически по всем вопросам

¹ Вавилов С. И. Исаак Ньютон. М.: Наука, 1987, с. 197.

² Там же, с. 198.

физики, над которыми он работал, а не только о законе всемирного тяготения. В конце концов взаимная неприязнь перешла в открытую вражду, которая отравляла жизнь обоим ученым. Их неприятие друг друга было настолько сильным, что когда после смерти Гука (1703 г.) Ньютона избрали президентом Королевского общества, он приказал уничтожить все картины и рисунки, изображавшие соперника. Правда это или нет, сейчас сказать трудно, но не сохранилось ни одного портрета Гука (его нет ни в одной книге о нем, ни в одной энциклопедии).

Ньютон внес значительный вклад в многие разделы физики, химии, математики. Когда спрашивали, как ему удалось достичь в науке таких впечатляющих результатов, то он отвечал, что видел дальше других, так как стоял на плечах гигантов. Ньютон, действительно, опирался на труды своих великих предшественников: Леонардо да Винчи, Галилея, Кеплера, Декарта, других выдающихся естествоиспытателей, но, скорее всего, в этой фразе был и потайной смысл. Этими словами Ньютон хотел подчеркнуть, что он ничем не обязан тщедушному, низкорослому горбуну Роберту Гуку.



И. Ньютон. Портрет работы Р. Вандербанка

ПЛЕМЯННИЦА НЬЮТОНА

Ньютон никогда не был женат. В молодости он не мог это сделать, так как членам колледжа запрещалось вступать в брак, а позднее он считал себя старым для подобного обряда. Правда, злые языки говорили, что Ньютон состоял в интимной связи со своей племянницей Кетрин Бартон, которая была моложе его на 37 лет. Когда ей было 16 лет, она поселилась в доме Ньютона (1696 г.), оставшись без средств к существованию после смерти матери. Ею многие увлекались, она слыла умной, красивой, блистала в обществе, ей посвящали стихи, о ней писал Джонатан Свифт. В 1706 г. она вышла замуж за ученика и друга Ньютона лорда Галифакса. Брак по непонятным причинам был тайным. После смерти мужа она, несмотря на то, что теперь была богата и ни в чем не нуждалась, вернулась в дом дяди.

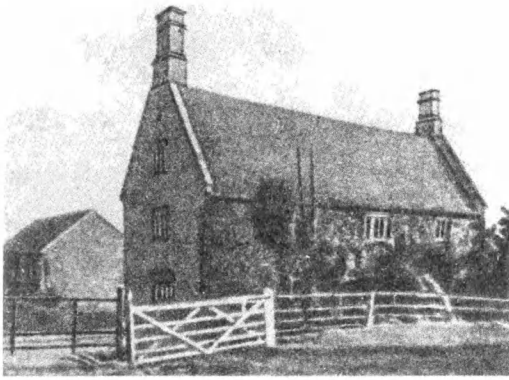
Дань бытовавшей сплетне о Ньюtone и Кетрин Бартон отдал и великий Вольтер, который тоже не удержался от злословия: «В дни своей юности я считал, что Ньютону было воздано по заслугам. Ничего подобного. Исаак Ньютон имел очаровательную племянницу... которая покорила лорда Галифакса. Бесконечно малые и тяготение

оказались бы бесполезными без прелестной племянницы»³.

Как видим, даже выдающиеся люди иногда, к сожалению, лишены доброжелательности, уважения к собрату по профессии и просто благородства. Во-первых, всех почестей Ньютон добился до знакомства Кетрин Бартон с лордом Галифаксом. (Это случилось в 1703 г.) А во-вторых, разве теплым отношениям между дядей и племянницей нельзя дать иное объяснение?

Ньютон, как известно, был добрым человеком. Он жертвовал деньги на бедных, помогал начинающим молодым ученым, пристраивал на доходные должности своих многочисленных родственников. Так он помог и Кетрин. Ведь все же она была ему не чужим человеком.

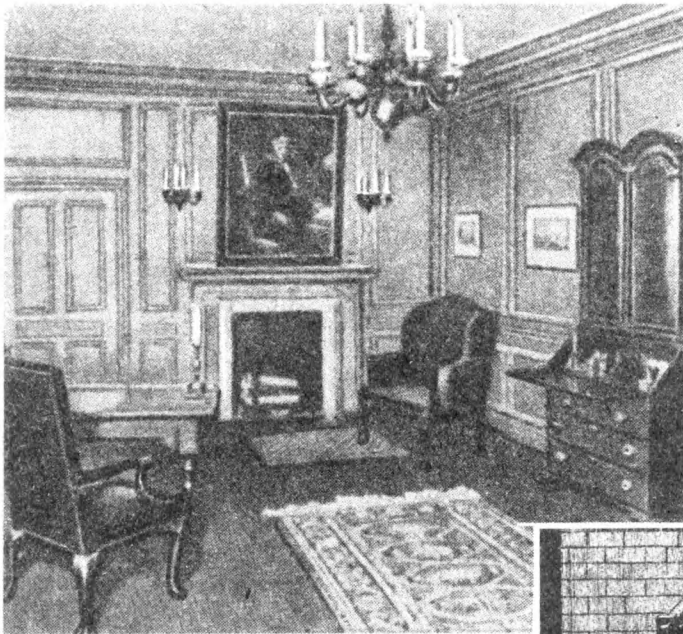
³ Карцев В. П. Ньютон. М.: Молодая гвардия, 1987, с. 295.



Дом в Вульсторпе, где родился Ньютон

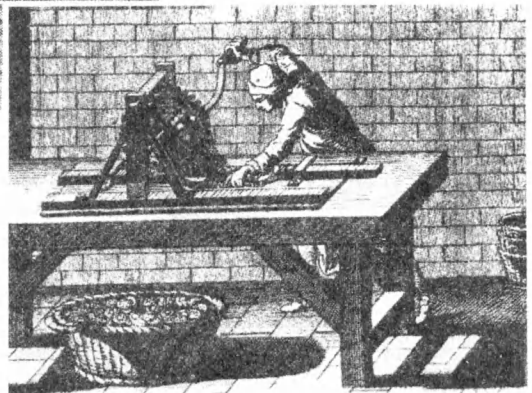


Роберт Гук. Портрет составлен по описаниям современников (из коллекции профессора В. Д. Паркадзе)



Гостиная в квартире Ньютона на улице св. Мартина, где он жил с 1710 по 1725 г.

Машины Монетного двора времен Ньютона





Исаак Ньютон — президент Королевского общества. Портрет работы Чарльза Жерведа, переданный Обществу Ньютоном в 1717 г.

Фронтиспис из книги Вольтера «Элементы философии Ньютона», 1738 г.

Исаак Ньютон в разные годы жизни



В 1696 г. Ньютона назначили смотрителем Монетного двора (Минта), и последующая жизнь ученого связана с этим учреждением. Ньютон не только перечеканил металлические деньги Англии, освобождаясь от неполюценных (обрезанных, спиленных) и фальшивых монет, упорядочил денежное обращение страны, чем способствовал стабилизации ее экономики, но и успешно боролся против фальшивомонетчиков. (Об этой малоизвестной стороне деятельности ученого можно написать захватывающую детективную повесть.)

Прежде всего Ньютон разоблачил главного фальшивомонетчика Англии — Вильяма Шалонера. Это был богатый человек, близкий к правительственным кругам. Он предложил поставить Монетному двору мощные прессы по весьма сходной цене. Чтобы лучше выполнить заказ, Шалонер попросил познакомить его с работой Минта и особенно с усовершенствованиями, введенными Ньютоном. Ученый категорически отказался показать просителю свои инструменты, хотя тот имел разрешение казначейства, ссылаясь на то, что это государственная тайна. Поведение Шалонера насторожило Ньютона, и он решил разузнать о нем подробнее. Выяснилось, что еще семь лет назад Шалонер был замешан во многих грязных делишках, включая под-

дельвание денег и ценных бумаг. А разбогател он, выдавая полиции своих сообщников и получая за это денежные премии. Ньютон разыскал свидетелей темных дел Шалонера и его сообщников, которым удалось избежать смертной казни. Все собранные доказательства ученый представил суду. Преступника арестовали, судили и приговорили к смертной казни.

Затем Ньютон разоблачил другого высокопоставленного фальшивомонетчика — привратника королевского дворца — Джона Гиббонса, возглавлявшего шайку преступников, которых он держал в страхе и заставлял работать на себя за гроши.

Всего за время директорства Ньютона было казнено около ста фальшивомонетчиков, причем несколько десятков из них он разыскал сам. Ньютон нанял целую армию осведомителей, которые шатались по рынкам, пьянствовали в тавернах, сидели в тюрьмах в одних камерах с преступниками. Кроме того, ученый изучил все прошлые подобные дела и не пропускал ни одного заседания суда, когда там разбирались дела фальшивомонетчиков. Все это давало ему богатую информацию для поиска нарушителей закона.

В. П. ЛИШЕВСКИЙ,
кандидат физико-математических наук

Некоторые подробности жизни Ньютона

По-видимому, всем известно, что Ньютон в школе был малозаметным, посредственным учеником. Между тем, как об этом рассказано в «Краткой истории физики» Артура Берри, Ньютон уже в ранние годы не отличался тихим нравом.

В то время, в первой половине XVII в., для простого народа наиболее загадочным и пугающим явлением было появление на небе комет — «хвостатых звезд». Они появлялись внезапно и так же внезапно исчезали.

В них видели предзнаменования необычных, как правило, грозных событий, — войн, мора, других несчастий. Суеверные, невежественные селяне, жившие по соседству с фермой Ньютонов в Вулсторпе, возможно, не раз в страхе делились друг с другом, что замечали, как на небе ночью появлялась страшная хвостатая звезда, неся недобрые вести! Между тем, это хитрый сынишка соседа, Исаак ... запустил воздушного змея с фонариком! (Такие забавы были

давно известны в Китае, но вряд ли кто знал о них в английской глубинке.)

В детские годы у Ньютона проявилась склонность к изобретательству и конструированию. Надо сказать, что в отличие от эпохи Средневековья, когда инициатива ученого сковывалась религиозными догмами и слепой верой в древние авторитеты, новое мировоззрение, сформировавшееся в эпоху Возрождения, вдохновляло человека на изучение окружающего мира, вселяло веру в свои силы.

Видимо, мало кто знает, что еще подростком Ньютон демонстрировал свое первое изобретение — автоматическую мельницу с «живым двигателем» внутри в виде... посаженной туда мыши. В последующие годы Ньютон стал замечательным экспериментатором.

Работая в своей лаборатории-мастерской, он открыл явление спектра, изобрел рефлектор. Близость Ньютона к лабораторной практике, опыт физика сыграли важную роль в развитии его представлений относительно фундаментальных вопросов астрономии: что движет небесными телами и какова физическая природа самих этих тел.

В быту Ньютону была свойственна рассеянность и наивность. Рассказывают, например, что, увлеченный решением того или иного научного вопроса, он мог оставить нетронутым принесенный ему обед. Известен анекдот о том, как проявляя заботу о своих подопечных «домочадцах» — братьях меньших, он велел прорезать во входной двери два отверстия — побольше и поменьше — для своей кошки и... ее котенка.

Казалось бы, интенсивная умственная работа, поглощенность проблемами создания новой небесной механики, физики, новой математики должны были сделать Ньютона суровым и холодным, рационалистически относящимся ко всему и в обыденной жизни. Напротив, детали его биографии говорят, что это был весьма эмоциональный человек ранимой души, человек самокритичный. И хотя эти факты достаточно знакомы многим, хочется о них еще раз напомнить. Создавая новую теорию движения Луны, неправильности в движении которой были наиболее заметны, Ньютон жаловался своему другу Эдмунду Галлею, что у него от Луны болит голова, что «она так часто заставляет его просыпаться, что он хотел бы никогда не думать о ней» (Берри, с. 207). А когда оставалось лишь произвести решающие расчеты для окончательного ответа на фундаментальный вопрос — действительно ли сила, с которой Земля притягивает Луну, и сила тяжести, заставляющая все тела, подбро-



Исаак Ньютон

шенные вверх, падать обратно на Землю, тождественны между собой, — Ньютон так разволновался, что попросил сделать такие расчеты одного из своих друзей.

О ранимости Ньютона говорит и известный драматический эпизод, когда в 1692 г. по недосмотру служанки от упавшей свечи сгорели его математические рукописи. Почти два года ученый испытывал тяжелейшую нервную депрессию, утратив даже возможность понимать свои собственные труды по математике... От этой травмы окончательно он так и не оправился. Вспомним, подобное несчастье — гибель во время пожара домов и обсерватории Гевелия со всеми инструментами и значительной частью научных рукописей в 1679 г. — встречено было этим великим наблюдателем с поразительным присутствием духа, что уже вскоре позволило ему восстановить почти все утраченное и продолжить свои труды.

И последнее, о чем хотелось бы сказать, это о пересечении жизненных путей великого преобразователя естествознания Ньютона и великого преобразователя России Петра Первого. В январе 1698 г. 26-летний российский император, уже прошедший к этому времени в Голландии свою корабельную (плотницкую!) практику, прибыл в Англию вместе с шестнадцатью своими ближайшими помощниками. Он хотел поучиться у англичан ведению государственных дел, набраться опыта у великой морской и промышленной державы, познакомиться с научными учреждениями и, быть может, склонить некоторых ученых и образованных в технике людей поехать в далекую Россию поработать на благо страны, находившейся на крутом переломе своей истории. Петр был там до конца апреля. Он посетил английский парламент, Гринвичскую обсерваторию, где под руководством Флемстида наблюдал Венеру и Монетный двор Англии,

смотрителем которого в это время как раз состоял Ньютон. В этих путешествиях Петр I жил инкогнито, под другим именем и званием, хотя почти всем было известно, кто он. Ньютона оповестили о приезде русского царя. К сожалению, не сохранилось каких-либо письменных свидетельств о встречах этих двух великих представителей своих наций. Но, вероятно, у каждого из них это знакомство оставило свой след. Об этом говорит тот факт, что в списке, составленном Ньютоном для рассылки дарственных экземпляров второго издания «Начал» (1713 г.), первым он поставил имя Петра I. И уже в эти годы, за 12 лет до основания Петром Санкт-Петербургской академии наук, в России среди ученых людей в окружении царя рассуждали «о новой системе Вселенной, которую изобрел сэръ Исаак Ньютон».

А. И. ЕРЕМЕЕВА,
кандидат физико-математических наук

Информация

Сейсмическая опасность в Северном море

В Северном море ежегодно происходит около 150 слабых землетрясений. Самое крупное из них за 15 последних лет достигало магнитуды 4,0. Оно произошло в 1985 г., когда рабочие на датском морском промысле несколь-

ко секунд испытывали «сильное сотрясение». Если не считать довольно мощного Маастрихтского толчка магнитудой 5,8, охватившего в апреле 1992 г. территорию Нидерландов, Бельгии и северной Германии, то сильные землетрясения в Северной Европе — явление довольно редкое. Однако в 1988 г. сейсмическая сеть Британского геологического управления зарегистрировала под дном Северного моря толчок почти такой же силы, как и Маастрихтский.

Согласно современным оценкам, в регионе Северного моря

землетрясения магнитудой 2,0 бывают не реже раза в неделю, магнитудой 3,0 — раз в два месяца. Чаше, чем раз в год здесь отмечаются толчки магнитудой 4,0, а землетрясения магнитудой 6,0 могут происходить, как показывают вычисления, лишь однажды в столетие. С тех пор, как стали применять современную аппаратуру, самое сильное землетрясение в акватории Северного моря отмечалось 7 июня 1931 г. (его магнитуда превышала 7,7).

New Scientist, 1992, 134, 1819

Памяти Яна Оорта

ПИТ СМОЛДЕРС,
директор Амстердамского планетария (Голландия),
иностраннный член Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского

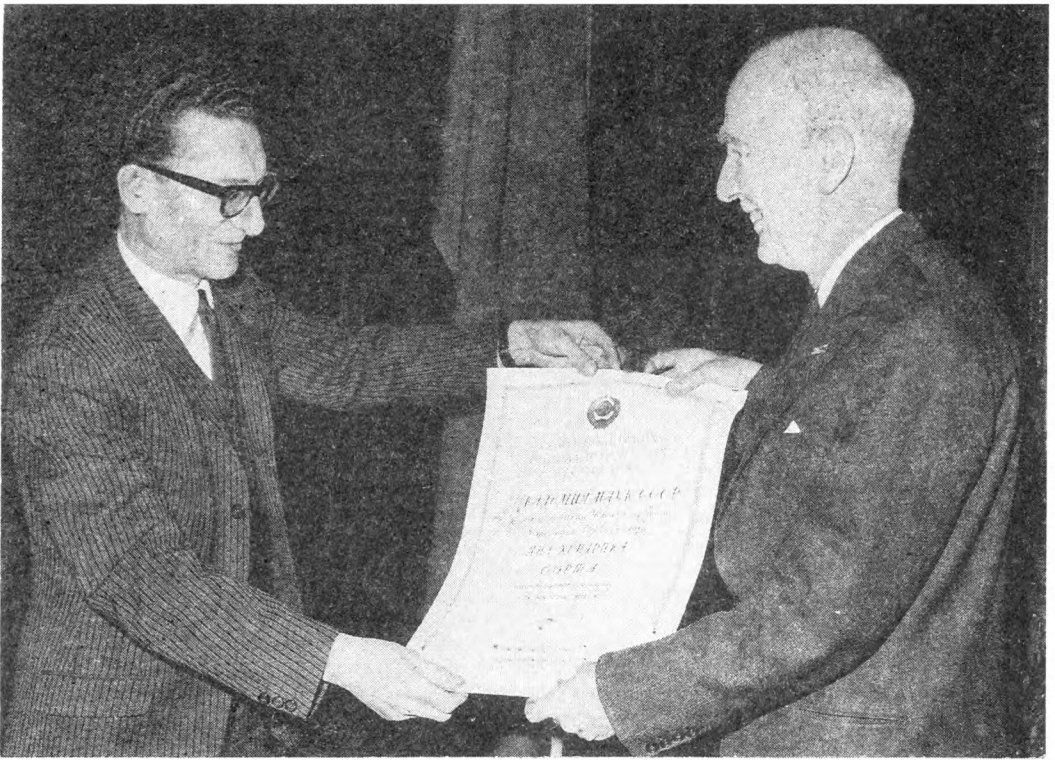
5 ноября 1992 г. в возрасте 92 лет скончался профессор **Ян Хендрик Оорт** — выдающийся голландский астроном, один из крупнейших современных астрономов, иностраннный член Российской академии наук. Он внес большой вклад в наши знания о Вселенной.

Ян Оорт родился 28 апреля 1899 г. в маленьком городке Франекере в северной голландской провинции Фризланд. Этот город получил известность более двух веков назад благодаря планетарию, принадлежащему Эйзе Эйзингу — владельцу шерстобитной фабрики и любителю астрономии, превратившему в 1774—81 гг. большую часть своего дома в механическую модель Солнечной системы. Под потолком размещались модели планет до Сатурна включительно. Модели двигались по орбитам точно за то же время, за которое совершают свое обращение настоящие планеты. Механизм из твердого дерева и железных гвоздей продолжает успешно работать до сих пор.

Планетарий, книги Жюль Верна и другие научно-популярные произведения пробудили у Оорта интерес к астрономии. Небольшой телескоп, подаренный дядей, позволил рассмотреть Луну, Юпитер со спутниками, окруженный кольцами Сатурн. Когда в 1917 г. Оорт прибыл в университетский город Гронинген, он еще не знал, какую



Ян Хендрик Оорт (1900—1992 г.)



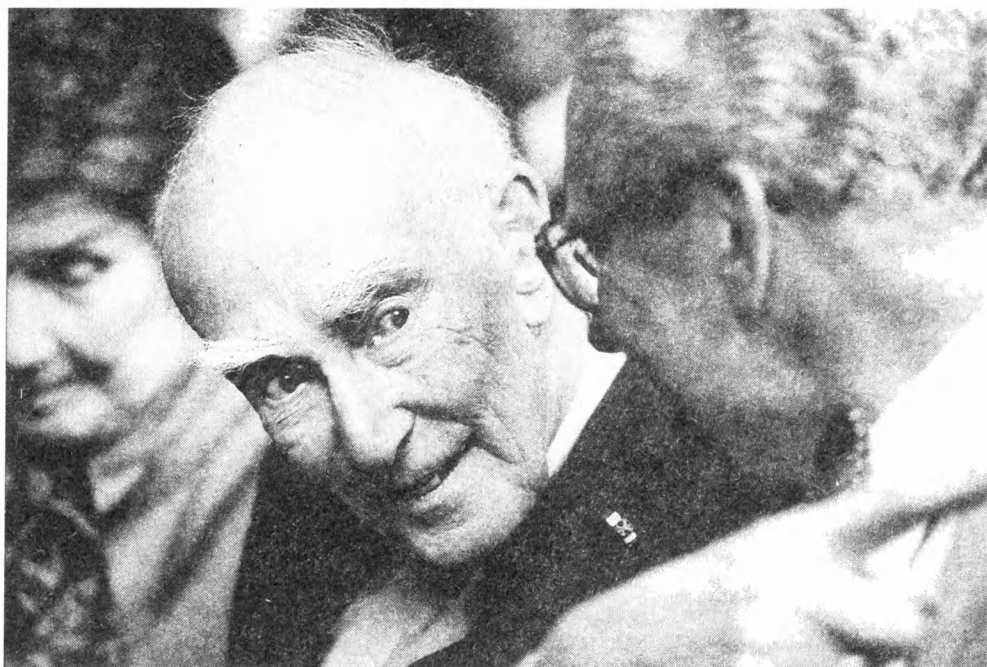
Вручение диплома об избрании Я. Оорта иностранным членом Академии наук СССР (1966 г.)

выбрать специальность при получении высшего образования — физику или астрономию. «Но заразительный энтузиазм астронома Якоба Корнелиуса Каптейна облегчил мой выбор», — говорил он впоследствии. А ведь Я. К. Каптейн (1851—1922), давно уже включенный в перечень знаменитых астрономов, даже не имел в своем распоряжении обсерватории. В его астрономической лаборатории измерения и подсчеты числа звезд проводились по фотографиям неба, полученным на крупных обсерваториях США и Южной Африки. В 1917 г. Каптейн предпринял глубокое исследование Млечного Пути, который в то время считался охватывающим всю Вселенную. Каптейн полагал, что наша Солнечная система находится в центре большого плоского диска звезд. Позже стало очевидным, что Млечный Путь по крайней мере в 10 раз больше «системы Каптейна», а Солнце и планеты располагаются не в центре Галактики, а на ее периферии.

Вскоре после завершения обучения в Гронингенском университете Оорт в 1922 г. уехал в Америку и работал там в течение двух лет в Йельском университете. Вернувшись в Голландию, он стал ассистентом профессора Виллема де Ситтера (1872—1934) в Лейдене, помогая ему изучать собственные движения звезд.

В 1926 г. Оорт защитил докторскую диссертацию по исследованиям звезд с большими скоростями собственных движений. Годом позже он получил всемирную известность благодаря своему открытию обращения звезд (включая Солнце) вокруг центра Млечного Пути. Звезды, более близкие к центру Галактики, движутся медленнее, чем далекие. Нашему Солнцу требуется около 220 млн лет, чтобы завершить один оборот вокруг галактического центра. Даже если бы Оорт не сделал больше никаких открытий в астрономии, его вклад в науку был бы значителен.

В 1927 г. еще никто не знал точных размеров Млечного Пути. Облака межзвездного газа и пыли очень мешали наблюдениям далеких объектов. Однако решение этой задачи приближалось. В 1933 г. американский ученый Карл Янский (1905—1950) обнаружил, что со всех сторон Земля облучается космическими радиоволнами, которые Янский — сотрудник телефонной компании Белл — рассматривал как источник помех. Позже стало ясно, что это излучение приходит от звезд и газовых



Я. Оорт на одном из заседаний

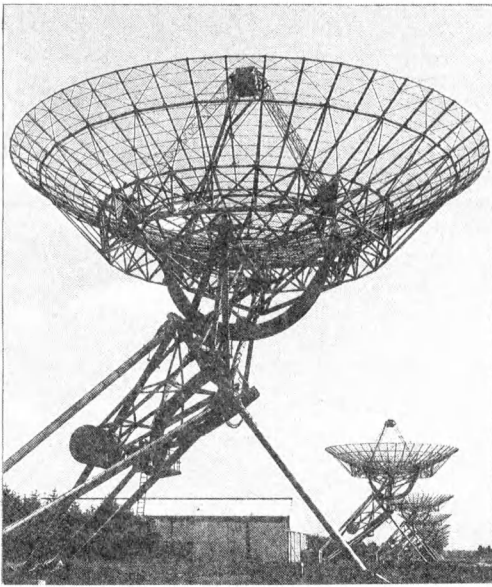
туманностей. Поскольку космическое радиоизлучение не испытывает помех ни от межзвездной пыли, ни от нашей атмосферы, оно может дать ясное представление о распределении материи в нашей Галактике. Значение этого вида электромагнитного излучения астрономы смогли понять только гораздо позже.

В 1945 г. Оорт, став директором Лейденской обсерватории (профессором Лейденского университета он был с 1935 г.), совместно со своим коллегой профессором Хендриком ван де Хюлстом (р. 1918) занялся радиоастрономическими исследованиями. Германская оккупационная армия оставила после себя антенны радарных установок, которые могли быть приспособлены для этой цели. В 1952 г. были начаты наблюдения в радиодиапазоне с использованием усовершенствованной немецкой параболической антенны радара диаметром 7,5 м. С помощью этого инструмента Оорт смог показать, что Млечный Путь имеет спиральное строение. В 1956 г. начались наблюдения на первом крупном 25-метровом радиотелескопе,

установленном в деревне Двингелоо. «Даже во время метели вы можете вести полезную работу с радиотелескопом», — говорил Оорт. В Нидерландах проводить регулярные оптические наблюдения не позволяют погодные условия, и к тому же часть южного неба не может наблюдаться. Поэтому в 1953 г. Оорт выступил инициатором строительства в Чили большой Европейской южной обсерватории, которая теперь играет значительную роль в международных астрономических исследованиях.

В 1954 г. Оорт обнаружил, что Крабовидная туманность в созвездии Тельца — это остаток вспышки Сверхновой звезды, наблюдавшейся китайскими астрономами в 1054 г. Так удалось проникнуть в тайны последней стадии звездной эволюции.

Мощность радиоастрономической обсерватории в Двингелоо позволяла исследовать спиральную структуру Млечного Пути. Но уже в 20-х гг. стало ясно, что наша Галактика — не вся Вселенная: она лишь одна из миллиардов галактик, разбегающихся друг от друга. Для исследования далеких звездных систем 25-метрового радиотелескопа было уже недостаточно. Нужен радиотелескоп диаметром в несколько километров. Помогла новая радиоастрономическая обсерватория в Вестер-



борке, которая в настоящее время имеет четырнадцать 25-метровых антенн, управляемых электроникой и размещенных на протяжении 3 км. С таким инструментом Оорт и его коллеги могли исследовать самые дальние объекты Вселенной.

В 1970 г. Оорт завершил свою деятельность как профессор Лейденского университета. К этому времени он был известен во всем мире. И не только своими работами в области звездной астрономии, но и благодаря открытию им облака комет, получившего название «облако Оорта».

В течение последних двадцати лет Оорт интересовался в основном двумя вопросами: как возникла Вселенная и какова ее дальнейшая судьба. До самой смерти Оорт оставался таким, каким он был всегда: неутомимым путешественником в пространстве и времени.

Несмотря на свой преклонный возраст, он поддерживал контакты с молодыми студентами, в числе которых был и его внук. «Астрономическое исследование подобно чтению детективного романа,— сказал он однажды.— Вам всегда хочется узнать, чем все закончится».

(Перевод с английского В. А. БРОНШТЭНА)

Информация

Кометное облако Оорта

Одним из наиболее удивительных научных достижений недавно скончавшегося профессора Яна Оорта стало открытие им облака комет на далеких окраинах Солнечной системы — на расстояниях от 50 тыс. до 150 тыс. а. е. В этом своеобразном «холодильнике» сосредоточено огромное количество комет — возможно 200 млрд. При этом их общая масса чрезвычайно мала: не более 0,1 массы Земли!

В 1950 г. в «Бюлетене астрономических институтов Нидерландов» появилась работа Оорта под названием «Строение облака комет, окружающего Солнечную систему, и гипотеза о его происхождении». К этой идее Оорт пришел, изучая распределение комет с почти параболическими орбитами по значениям $1/a$, где a — большие полуоси орбит. Оорт обратил внимание, что это распределение не соответствовало обычным представлениям. Как показал за два года до этого его сотрудник А. ван Верком, возмущения от планет, главным образом от Юпитера, должны при-

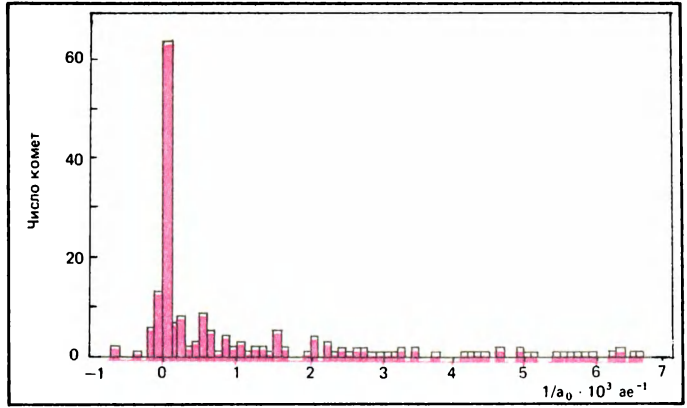
вести к тому, что половина почти параболических комет перейдет на гиперболические орбиты и уйдет из Солнечной системы, а орбиты другой половины должны стать эллиптическими. Следовательно, сейчас должен наблюдаться резкий дефицит комет с малыми значениями $1/a$. Но в действительности все наоборот — именно в области малых значений $1/a$ наблюдается резкий максимум. Значит, где-то существует мощный источник, пополняющий число почти параболических комет. Этим источником, по мнению Оорта, и является кометное облако.

Вскоре удалось выявить еще одно, хотя и косвенное, свиде-

Распределение долгопериодических комет по обратным величинам их больших полуосей (по Оорту)

тельство в пользу этой гипотезы. После прохождения через перигелий блеск почти параболических комет (Оорт предложил называть их новыми) ослабевает медленнее, чем у обычных. Это значит, что они большую часть жизни провели в условиях крайне низких температур. Не случайно облако Оорта многие называют «холодильником» — температура в этой области близка к абсолютному нулю.

Работа ученого вызвала много споров в печати и на научных конференциях. Один из симпозиумов по этой проблеме состоялся в Ленинграде в конце мая 1954 г. В нем приняли участие голландские астрономы Я. Оорт и М. Миннарт, их бельгийские коллеги П. Буржуа и П. Янский, известный немецкий исследователь метеоров К. Хофмейстер, чехословацкий астроном В. Гут и 15 советских астрономов, в их числе С. К. Всехсвятский, Б. А. Воронцов-Вельяминов, А. Д. Дубяго, Б. Ю. Левин, В. В. Федынский и другие. Мне довелось быть секретарем этого симпозиума. И хотя главный доклад «Происхождение комет» делал не Оорт, а профессор С. К. Всехсвятский, и в самом докладе, и в последовавшей дискуссии основной темой было облако Оорта. Отдав должное исследованиям Оорта, которые он назвал изящными, Всехсвятский много внимания уделил их критике. Первым в



дискуссии выступил сам Ян Оорт, сообщивший, что он отказался от своего первоначального предположения об образовании облака комет в результате взрыва большой планеты. Распределение кометных орбит говорит в пользу их образования из первичного газопылевого облака, из которого возникли все тела Солнечной системы. Возмущения от звезд окажут на облако комет незначительное влияние. Отвечая на вопросы, Оорт рассказал о влиянии на облако возмущений от больших планет. Концепцию Оорта поддержал Б. Ю. Левин. Дискуссию завершило еще одно выступление Оорта, в котором он остроумно показал, что звездные возмущения малой величины не приведут к образованию заметного числа комет с гиперболическими орбитами.

В 1963 г. Я. Оорт опубликовал новое большое исследование облака комет, в котором использовал более полный наблюда-

тельный материал и учел прошедшие дискуссии. А в 1965 г. на международном коллоквиуме «Природа и происхождение комет», состоявшемся в Льеже (Бельгия), с детальным математическим обоснованием этой концепции выступил ирландский астроном Эрнст Эпик (эстонец по национальности). Его вклад в разработку этой концепции был настолько значителен, что японский астроном Коитиро Томита предложил называть «холодильник» облаком Эпика — Оорта. Все же большинство астрономов предпочитает использовать прежнее название¹.

Живой, общительный, доброжелательный, всегда готовый объяснить свою позицию и выслушать доводы оппонента, профессор Ян Оорт у каждого, кто встречался с ним, оставял самое приятное впечатление.

В. А. БРОНШТЭН,
кандидат

физико-математических наук

¹ Подробнее об облаке Оорта и его дальнейших исследованиях можно прочитать в книге: Марочник Л. С. Свидание с кометой, М.: Наука, 1985.

Зарегистрировано собственное радиоизлучение ярких болидов

Еще в 40-х годах текущего столетия ряд ученых (И. С. Астапович у нас в стране, Д. У. МакКинли и П. М. Миллман в Канаде) сообщили о наблюдениях радиотресков при полете ярких метеоров. А в начале 80-х годов этой проблемой занимались почти одновременно Колин Кэй в Австралии и автор этой заметки. Было интересно объяснить те многочисленные наблюдения электрофонов болидов, при полете которых наблюдатели регист-

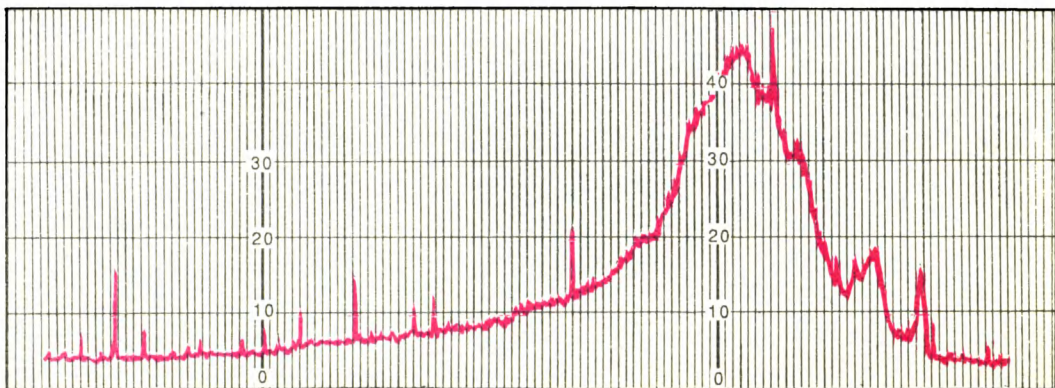
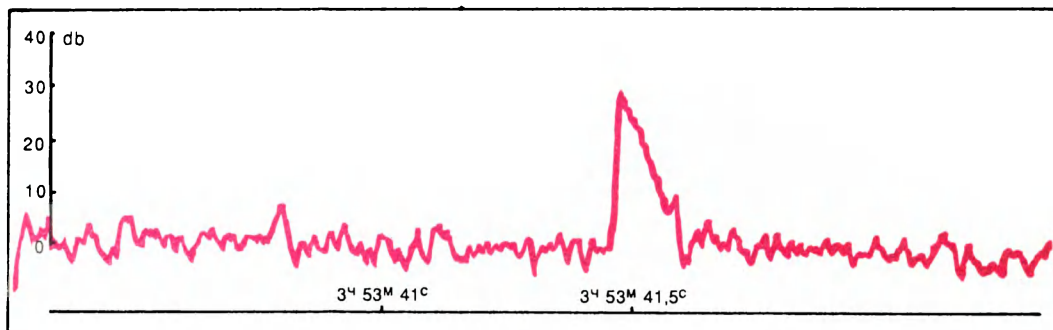
рировали звуки типа шороха или свиста. Таких наблюдений во всем мире сейчас собрано около тысячи.

Из нескольких механизмов, К. Кэй (а немного позже я) остановился на магнитогидродинамическом. Здесь имеется в виду, что после пролета болида в его следе возникают вихревые движения плазмы, магнитные силовые линии геомагнитного поля закручиваются и поле многократно усиливается. Затем наступает релаксация поля, а избыточная энергия уходит: большая часть ее превращается в джоулево тепло, меньшая — в радиоволны килогерцевого диапазона ОНЧ- и СНЧ-волны — очень и сверхнизкой частоты. Расчеты автора показали, что даже, если в энергию этих волн перейдет 0,1 % всей энергии поля и если из этой доли лишь 0,1 % трансформируется в энергию звуковых коле-

баний, этого будет достаточно, чтобы наблюдатель услышал звуки типа шороха или свиста.

Однако любая теория может претендовать на правильное объяснение того или иного явления только в том случае, если она будет подтверждена наблюдениями. Поэтому параллельно с разработкой теории в течение 1981 г. автор обращался к разным научным учреждениям бывшего СССР

Запись регистрации ОНЧ-излучения (на частотах 1—7 кГц) яркого болида 13 августа 1981 года на станции Тоёкава (Япония) (вверху) и интенсивности его излучения, полученная по фотографии, снятой в Симидзу (внизу)



с предложениями организовать специальные наблюдения для регистрации собственного радиоизлучения болидов и ярких метеоров. Была составлена особая инструкция для наблюдателей. Межведомственный геофизический комитет помог размножить инструкцию для наблюдателей свистящих атмосфериков (так называют «свисты» на низких частотах, наблюдаемые после сильных молний, порой на значительных расстояниях от места грозы). Но, к сожалению, ни в одном учреждении предложение не встретило поддержки. Наблюдения так и не проводились.

И вот, наконец, ожидаемое радиоизлучение ярких болидов зарегистрировано! Но, увы, не у нас.

В 1988 г. в японском «Журнале радиолюбителя» появилась статья Т. Ватанабе, Т. Окада и К. Судзуки «Метеоры и радиоволны», в которой излагались результаты одновременного наблюдения яркого болида — 6^m и всплеска радиоволн на длинах 2—7 кГц, т. е. как раз в звуковом диапазоне. Момент обоих явлений совпал с точностью до долей секунды. Стан-

ция радиоприема находилась в Тоёкава (в 50 км к юго-востоку от Нагоя), а станция фотография — в 100 км к востоку от нее, в Симидзу (160 км к юго-западу от Токио). Однако, статья была напечатана на японском языке, притом журналом, мало читаемым астрономами, и на нее не сразу обратили внимание.

Первым в должной мере оценил японскую работу австралийский астроном Колин Кэй, побывавший в Японии и беседовавший с японскими коллегами об электрических болидах. Он и написал мне о ней в ноябре 1990 г.

Затем я узнал от Я. И. Лихтера (ИЗМИРАН), что на Генеральной ассамблее Международного геодезического и геофизического союза, состоявшейся в августе 1991 г. в Вене, М. Дьюбин из Годдардовского космического центра (США) сообщил об обнаружении ОНЧ-излучения от ярких метеоров. В тезисах доклада Дьюбина говорится, что приборы, установленные на ракете, зафиксировали одновременно некое аномальное оптическое явление (по мнению Дьюбина, это

результат входа в атмосферу продуктов дробления метеорного тела) и излучение на ОНЧ-волнах. При фотографическом методе регистрации дробления метеоров вспышки от них сливаются в сплошное сияние. Как считает Дьюбин, из-за дробления метеорных тел в атмосфере радиоизлучение складывается из множества миллисекундных всплесков. Наличие их само по себе представляет большой интерес. О том, что метеорное излучение может состоять из таких (и еще более) кратковременных вспышек, автор этой заметки писал еще в 1981 г. в монографии «Физика метеорных явлений».

Предстоит еще много сделать для того, чтобы уточнить свойства ОНЧ-излучения, связанного с полетом ярких метеоров и болидов. Долг отечественных ученых — внести свой вклад в это дело.

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

**НОВЫЕ КНИГИ
ИЗДАТЕЛЬСТВА
«НАУКА»**

Современные «Галактики»

Многие профессионалы и любители астрономии помнят прекрасную книгу Харлоу Шепли «Галактики», написанную свыше пятидесяти лет назад и потом неоднократно переиздававшуюся. Теперь на смену ей появилась новая книга с таким же названием. Ее написал известный американский астроном Пол Ходж, который, будучи аспирантом в Гарварде, слушал лекции Шепли о галактиках и проникся уважением ко многим идеям и открытиям в области внегалактической астрономии, принадлежащим астрономам нашей страны.

Перевел книгу А. К. Дамбис. Редактор перевода (и автор предисловия и послесловия)



Ю. Н. Ефремов. На русском языке книга появилась в 1992 г.

Редактор перевода, представляя книгу читателям, отмечает, что это небольшое по объему издание «можно назвать настоящей энциклопедией наблюдательных данных о галактиках и их интерпретации, полезной и любителю, и специалисту-астроному».

В книге двенадцать глав: «Галактики и Вселенная», «Структура галактик», «Образование и эволюция галактик», «Звезды и скопления, газ и пыль», «Недостающая масса», «Магеллановы Облака», «Местная группа», «Ближайшие соседи», «Скопления и сверхскопления галактик», «Шкала расстояний», «Возмущенные галактики», «Квезары».

Слова признательности тем, кому автор благодарен за помощь в работе над книгой, начинаются со следующей «дерзости»: «Я хочу поблагодарить Харлоу Шепли за тот созданный им образец, которого я не смог достичь, но который помог мне избежать множества прегрешений по отношению к науке и языку».

Симпозиумы, конференции, съезды

Живая взаимосвязь геосфер

В. Н. ШОЛПО,
доктор геолого-минералогических наук

Осенью 1992 г. ряд научно-исследовательских институтов, научных центров и обществ организовал на востоке нашей страны симпозиумы и научные совещания с обсуждением круга проблем, связанных с планетой Земля.

20—26 сентября в Хабаровске состоялся симпозиум «**Закономерности строения и динамики планет земной группы**», 2—6 октября в Биробиджане — симпозиум «**Человеческое измерение региональных проблем**», а 6—9 октября в Иркутске — совещание «**Синергетика геологических систем**». Что же объединяет эти научные собрания и заставляет писать о них в одной статье? Ведь из простого перечисления тематики симпозиумов прямой связи между ними как будто бы не просматривается. Однако она легко обнаруживается, если внимательно изучить программы совещаний или хотя бы просмотреть тезисы представленных докладов.

Конечно, нет никакой возможности даже кратко охарактеризовать материалы и круг затронутых на совещаниях вопросов. На хабаровский симпозиум было представлено 53 доклада, на биробиджанский — 90, в Иркутске — 39 для оглашения и 85 стендовых. Преобладали, естественно, сообщения ученых Дальнего Востока и Сибири, но достаточно много докладов сделали и специалисты из Москвы, Санкт-Петербурга, Киева, городов Урала, многих бывших республик, а ныне независимых стран СНГ. Говорится все это отнюдь не для того, чтобы подчеркнуть размах задуманных собраний, а чтобы показать, насколько велика в научной среде потребность в заинтересованном творческом контакте, в конструктивных научных дискуссиях. В первых двух симпозиумах — хабаровском и биробиджанском — доклады были сгруппированы по секциям, и простой перечень их позволяет выявить общий

круг вопросов.

В Хабаровске это были следующие проблемы:

— общие закономерности и ритмы в эволюции и динамике планет;

— источники энергии и организация структур литосферы Земли;

— ранняя история и глубинная энергия Земли;

— структура и динамика Тихоокеанского подвижного пояса;

— человеческое измерение и планетология, поиски фундаментальных закономерностей.

Симпозиум в Биробиджане также был разделен на секции:

— методологические проблемы синергетики и устойчивости территориальных социально-экологических систем;

— региональные комплексные геолого-географические исследования;

— проблемы экономики природопользования в регионе;

— социальные проблемы

перехода к рынку в регионе;
— эколого-географическая экспертиза и мониторинг в регионе;

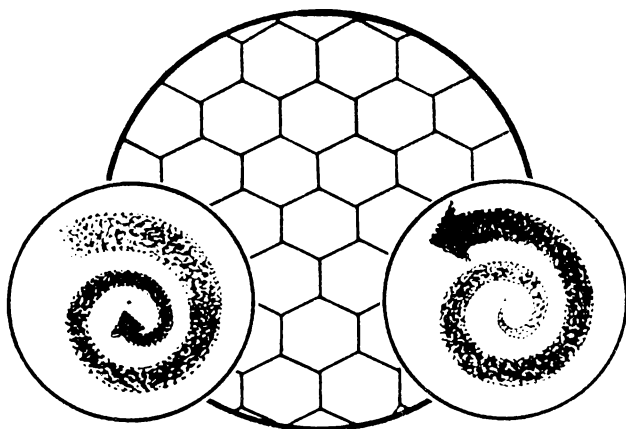
— проблемы перехода к рыночной экономике и формирование свободных экономических зон;

— региональные социально-гигиенические проблемы экологии человека.

Иркутское совещание, хотя оно и не разделялось на секции, включало весьма широкий спектр геологических проблем — от закономерностей рельефа до физико-химических процессов в глубоких недрах Земли и математического моделирования явлений и процессов, имеющих разных масштаб.

В этом перечне проблем и тем, поставленных на повестку дня совещаний, уже просматривается определенная преемственность. Если в Хабаровске Земля (и земные геолого-геофизические проблемы) обсуждаются «на фоне» планет земной группы, то в Биробиджане закономерности внутреннего строения и развития Земли сами служат фоном для выявления естественных и естественно-исторических комплексов и для решения экономических и экологических задач (с учетом конкретной природной обстановки, обусловленной взаимодействием и гармоничным динамическим сочетанием литосферы, биосферы, атмосферы, гидросферы и, по-видимому, находящейся в процессе становления ноосферы). Организаторы хабаровского симпозиума подчеркивают, что в центре его внимания — не просто строение и динамика планет земной группы, а прежде всего их **закономерности**. Замечу, что именно так эта задача ставится впервые.

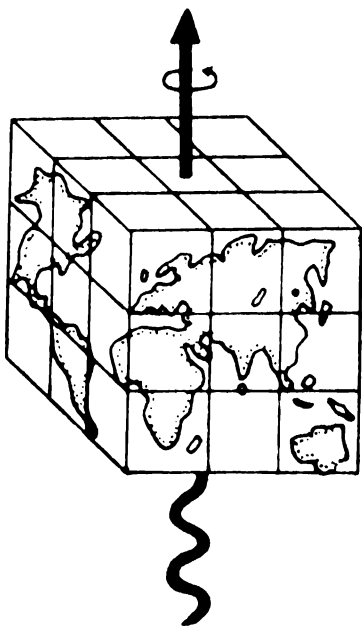
Модное нынче слово «синергетика» вошло в название одной из секций симпозиума в Биробиджане и всего совещания в Иркутске. И снова



Международный симпозиум
"Синергетика геологических систем"



Международный симпозиум
"Человеческое измерение
региональных проблем развития"



Международный симпозиум
 "Закономерности строения
 и динамики планет
 земной группы"

связующая нить, единая линия, позволяющая увидеть общую проблему — Земля и синергетика. Дело в том, что синергетика (термодинамика сложных многокомпонентных открытых систем), возникшая лет 20 назад, достигла больших успехов во многих областях физики, химии, проникла в биологию, социологию, экономику. Что же касается наук о Земле, то они оказались в этом отношении «в хвосте» научного прогресса. Только сейчас специалисты, занимающиеся твердой Землей, начинают понимать, что, опираясь лишь на классическую физику, вряд ли удастся постигнуть причину и движущие силы, которые преобразуют лик Земли.

Поэтому на совещаниях главным было вскрыть взаимосвязь земных оболочек, попытаться понять, каков

значение имеют внешние и внутренние потоки энергии, влияющие на литосферу и биосферу, установить меру хаотичности и упорядоченности в структуре и процессах разных геосфер и, в конечном счете, приблизиться к целостной и сложной картине эволюции Земли. Не все, разумеется, было равноценным и удачным. Пожалуй, слишком много сообщений сделано в старом традиционном духе — локальных, не выходящих по исходному материалу и заключениям за пределы одной геосферы, без взаимосвязи явлений в разных земных оболочках. Доклады же, отвечающие общей задаче совещаний, варьировались по содержанию от общих методологических и даже философских основ подхода к проблеме до конкретных разработок взаимодействия и связи раз-

личных процессов. Последнее, на мой взгляд, представляют наибольший интерес.

Например, была показана взаимная корреляция солнечной активности и оледенений на Земле. Она так и обозначалась — **солнечная природа малых ледниковых периодов**. Здесь конкретизируется идея А. Л. Чижевского о солнечно-земных связях и о влиянии Солнца на комплекс земных процессов.

Точные измерения взаимного положения Земли и Луны, ставшие возможными только с началом космической эры, позволили с большой точностью рассчитать малые возмущения в регулярном движении Земли по орбите и вклад земных приливов в эволюцию системы Земля — Луна. Оказывается, Луна не монотонно удаляется от Земли по медленно раскручивающейся спирали, как это считалось раньше. На этот процесс, как установил сотрудник Института физики Земли РАН Ю. Н. Авсюк, накладывается периодическое удаление и приближение Луны к Земле, что неизбежно вызывает изменение наклона оси вращения нашей планеты. А это, в свою очередь, не может не привести к серьезным геофизическим последствиям — перестройке всей системы напряжений в верхней твердой оболочке — литосфере. Кроме того, периодичность эволюции системы Земля — Луна завязывает в единый узел такие регулярно повторяющиеся земные процессы, как тектоно-магматические циклы, глобальные трансгрессии и регрессии моря, периодичность оледенений, климатические изменения, вымирание фауны, пульсации магнитного поля.

В докладах были показаны общие закономерности глобального устройства рельефа Земли, выраженные в подобию, симметрии и анти-

симметрии крупных форм рельефа — материках, океанах, положении горных стран и равнин. В рельефе поверхности нашей планеты видны отчетливые признаки упорядоченности, которые требуют осмысления и должны учитываться в любой модели, описывающей механизм эволюции Земли. Упорядоченная структура и ритмичность строения продемонстрированы на анализе строения и развития подвижных поясов Земли — Тихоокеанского и Средиземноморского, где на современном этапе проявляется максимальная эндогенная активность — сейсмичность, вулканизм, повышенный тепловой поток из недр и т. д.

Комплексный анализ и системный подход позволили дать оценку различных природных зон с точки зрения того, какую нагрузку от хозяйственной деятельности людей они могут выдержать. При этом учитывались не только климат, растительность, водные ресурсы, рельеф, но и геологическая структура, глубинное строение. И даны конкретные расчеты в цифрах. Например, определены границы энергопотребления для промышленности в той или иной зоне или предельно допустимая плотность населения для разных категорий природных зон, которая не вызовет необратимых изменений природной среды. Установлено, что тундра почти не выносит присутствия человека — вмешательство в ее биогеоценозы вызывает урон, практически не восстанавливаемый в обозримое время.

Неожиданные результаты получены при исследованиях эволюции магматических и метаморфических процессов в изменяющихся на Земле термодинамических условиях. Оказывается, многое во внутренней структуре кристаллических пород, что геологи безоговорочно считали результатом деформации (сланцеватость, полосчатость, даже складчатость), может возникать в результате самоорганизации вещества в сложном силикатном расплаве, который, внедряясь в литосферу и продвигаясь вверх в потоке флюидов в условиях изменяющихся температуры и давления, претерпевает сложную эволюцию и в составе, и во внутренней структуре. Это коренным образом изменяет наши представления о том, как протекают процессы деформации внутри земной коры — любые механические деформации в этих условиях связаны с химическими реакциями и преобразованием вещества, в свою очередь, неразрывно связанными между собой. И это позволяет понять, почему природу сложной структуры магматических и метаморфических комплексов так мало нам объясняют законы физики твердого тела или уравнения гидродинамики. Если одновременно не учитывать химические реакции и не представлять, что все это происходит в потоке пронизывающей всю систему

энергии и, в конечном счете, приводит к процессам самоорганизации, вряд ли удастся приблизиться к пониманию существа процессов и создать теоретические модели, адекватно отражающие природные явления.

Ясно главное: специалисты не просто поняли, что нельзя замыкаться внутри узкой области собственных интересов, и предпринимая конкретные попытки сломать барьеры, разграничивающие разные области наук о Земле. Земля предстает как единый чрезвычайно сложный организм, самоорганизующийся и саморазвивающийся. Все ее оболочки — геосферы — пронизаны многочисленными прямыми и обратными связями, а потому вовлечены в совместную эволюцию, в единый, общий для всей Земли процесс. И как во всякой сверхсложной системе, даже малые возмущения или отклонения от среднего положения могут вызывать серьезные последствия в будущем. Все отчетливее мы начинаем понимать, как справедлив для системы Земля «эффект бабочки» — взмах ее крыльев в Австралии может привести к шторму на атлантическом побережье Америки.

Доклады и дискуссии на трех совещаниях показали, что наконец-то комплекс наук о Земле выходит из изоляции и становится на современный уровень науки о природе.

Симпозиумы, конференции, съезды

Чтения, посвященные Я. Б. Зельдовичу

Астрономическое общество ежегодно проводит чтения по основным проблемам астрофизики. Уже стало традицией посвящать их памяти известных астрономов. Например, в 1991 г. прошли чтения памяти И. С. Шкловского, а весной того же года в Нижнем Новгороде — памяти С. А. Каплана и С. Б. Пикельнера.

С 5 по 7 ноября 1992 г. в Государственном астрономическом институте им. П. К. Штернберга в Москве проходили чтения памяти академика Якова Борисовича Зельдовича (1914—1987), собравшие более 150 участников из стран СНГ. Приехали и представители дальнего зарубежья.

На открытии собравшихся приветствовали директор Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга профессор А. М. Черепашук, президент Международного астрономического союза академик А. А. Боярчук, вице-президент Европейского астрономического общества академик Р. А. Сюняев, сопредседатель Астрономического общества доктор физи-

ко-математических наук Н. Г. Бочкарев и профессор Е. Е. Салпитер (США).

Много добрых слов было сказано в адрес Якова Борисовича Зельдовича, известного во всем мире космолога и физика, человека огромной эрудиции. Вспомнили, что при выдвижении кандидатуры Я. Б. Зельдовича на Нобелевскую премию обсуждался даже вопрос, в какой области науки его представить — в физике или в химии.

Тематика докладов на чтениях отражала те разделы физики и астрофизики, в которых трудился Яков Борисович: космология, компактные объекты, магнитная гидродинамика, ядерная астрофизика, крупномасштабная структура Вселенной, физика элементарных частиц.

Чтения начались с доклада С. С. Герштейна о научной деятельности Я. Б. Зельдовича. Р. А. Сюняев рассказал о новых результатах, полученных на орбитальных обсерваториях «Гранат» и «Квант». И. Д. Новиков познакомил присутствующих с последними своими работами, связанными с расчетами на суперкомпьютере

процессов разрушения звезд разных типов при их пролете около массивной черной дыры, имеющей массу больше 1 млн масс Солнца. О наблюдениях в радиодиапазоне «микроквара» в центре Галактики рассказал Феликс Мирабель (Франция).

Все доклады первого дня чтений в основном были сосредоточены на теме компактных объектов. Второго дня, посвященный космологии, начался с доклада А. А. Старобинского об инфляционной Вселенной и о спектре флуктуаций реликтового излучения Гаррисона — Зельдовича. Практически все разделы космологии от ранней Вселенной (Г. Гороку, Япония и Л. П. Грицук, СНГ) до испарения первичных черных дыр (Б. Карр, Англия и А. Полнарев, СНГ) обсуждались на чтениях. И. А. Струков в своем докладе отметил, что к результатам эксперимента «СОВЕ» по обнаружению флуктуации реликтового излучения на масштабах 7° следует относиться с большой осторожностью. Результаты «СОВЕ» имеют систематическую погрешность, после устранения

которой наблюдается хорошая корреляция с результатами эксперимента «Реликт-1» в 8-миллиметровом канале, выполненного много раньше. Оба результата, конечно, требуют подтверждения.

Темной материи во Вселенной были посвящены выступления Е. Е. Салпитера (США) и М. Ю. Хлопова, а крупномасштабной структуре — Ф. Буше (Франция), Б. В. Комберга и Ю. В. Барышева.

Третий день начался с обзорного доклада М. И. Высоцкого о современном статусе физики элементарных частиц. Голдстоуновским и хиггсовским бозонам посвятили свои сообщения А. А. Ансельм, Ю. Н. Гнедин, П. В. Воробьев. О гравитационных экспериментах в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова и в мире рассказал В. Б. Брагинский.



Тема вечернего заседания третьего дня чтений — магнитная гидродинамика и некоторые другие вопросы астрофизики. 7 ноября был также заслушан блестящий доклад Р. Веста (Германия) о достижениях оптической астрономии на Южной европейской обсерватории в Чили. 5 ноября композитор-астроном Леонид Тимошенко в уютном конференц-зале ГАИШ исполнил небольшой фортепианный концерт «Живой звук космической музыки», посвященный Я. Б. Зель-

довичу. Вечером 6 ноября был показан фильм о нем. В холле первого этажа ГАИШ были выставлены основные работы Якова Борисовича, изданные в нашей стране и за рубежом.

8 ноября многие участники чтений побывали на могиле Я. Б. Зельдовича на Новодевичьем кладбище.

В. В. Бурдюжа
Председатель местного
организационного комитета
доктор физико-
математических наук

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Вы не забыли оформить подписку на журнал на второе полугодие 1993 года? Это необходимо сделать в ближайшее время. По каталогу «Роспечати» подписная цена каждого номера «Земли и Вселенной» будет теперь 45 руб., что не превышает (или даже меньше) стоимости других научно-популярных журналов.

Редакция

Экспедиции к «черным курильщикам»

Ю. А. БОГДАНОВ,
доктор геолого-минералогических наук
Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН

В рифтовых зонах Мирового океана встречаются горячие подводные источники, или гидротермы, воды которых содержат железо, марганец, медь и другие химические элементы в аномально больших количествах, в тысячи и десятки тысяч раз превышающих их содержание в океанской воде. Поднимающиеся из земных недр рудоносные растворы взаимодействуют с холодной придонной водой — и вокруг устья источников вырастают массивные постройки из рудных отложений, а над ними вздымаются «столбы» густой черной взвеси. Она создает у наблюдателя иллюзию выходящего из-под дна дыма, и потому эти подводные источники называли «черными курильщиками» [Земля и Вселенная, 1991, № 2, с. 3.— Ред.].

Обогащенные ценными металлами, рудные отложения вокруг «курильщиков»

давно привлекают внимание морских геологов, ведь это источник высококачественного минерального сырья, которое, возможно, будет использоваться уже в недалеком будущем. Во многих странах мира разрабатывается эффективная система поиска гидротермальных образований, глубоководные обитаемые аппараты интенсивно обследуют океанские рифты.

Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН начал систематическое изучение гидротермальной деятельности океанского дна больше двадцати лет назад. С тех пор на научно-исследовательском судне института «Академик Мстислав Келдыш» к «черным курильщикам» были проведены три комплексные экспедиции. О их научных результатах рассказывает публикуемая ниже статья.

ВОСТОЧНАЯ АКВАТОРИЯ ТИХОГО ОКЕАНА

В 1986 г. экспедиция на судне «Академик Мстислав Келдыш» с двумя подводными аппаратами «Пайсис» выполнила комплексные исследования в двух гидротермально активных районах восточной части Тихого океана — на горе Осевой (хребт Хуан-де-Фука) и во впадине Гуаймас в Калифорнийском заливе.

От хребта Хуан-де-Фука, расположенного в северо-восточной части дна, Тихоокеанская плита и плита Хуан-де-Фука раздвигаются в разные стороны со скоростью около 6 см/год. К северо-западу от хребта отходит цепочка подводных вулканических гор, самая молодая из которых и есть гора Осевая (она расположена на оси хребта). По форме это правильный усеченный конус около 10—15 км в попе-

Гидротермальные образования в кальдере горы Осевой (восточная акватория Тихого океана) и их зональное расположение от центра гидротермального поля к периферии. 1 — колонна, сложенная в основном сульфидами цинка; 2 — карнизы на колонне, состоящие из барита; 3 — небольшая баритовая постройка; 4 — тонкая пленка аморфного кремнезема на поверхности вулканических пород; 5 — небольшие колонны, состоящие из рыхлых отложений гидроокислов железа; 6 — маленькие конические постройки (султанчики), сложенные рыхлыми отложениями гидроокислов железа; 7 — налеты на вулканических породах гидроокислов железа и опала

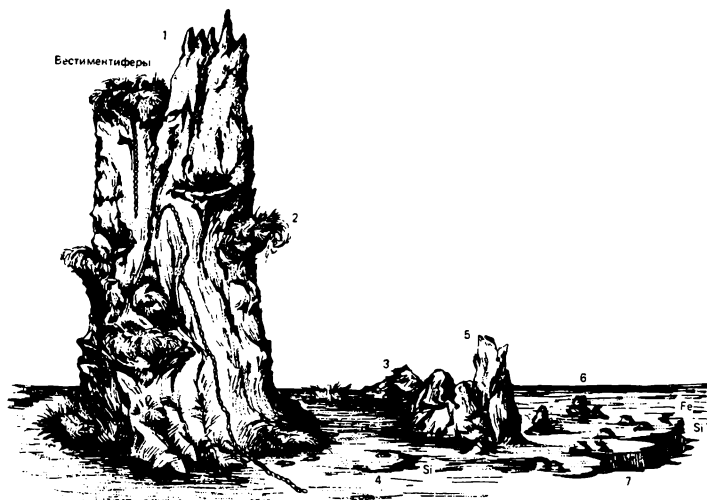


Рисунок Д. В. Васильева

речнике с вершиной, приподнятой над хребтом на 500 м. На вершине горы — кальдера с почти вертикальными стенками высотой 100—150 м. Поверхность горы сложена вулканическими базальтами, более древними на вершине и внешних склонах, и очень молодыми, «вчерашними», в кальдере.

У подножья ограничивающих кальдере вертикальных стенок протягивается зона до 700 м в ширину, где вулканические породы одеты в тонкий чехол ярко-оранжевого вещества — гидроокислов железа и аморфного кремнезема. Вещество почти полностью состоит из реликтов ожелезненных бактерий. Создавались отложения при медленном просачивании из трещин на поверхность дна низкотемпературных растворов, обогащенных железом, кремнием и другими химическими элементами. В отдельных местах «оранжевой зоны» видны выходы на поверхность дна теплых вод, где скапливаются специфические донные организмы — они обитают только вблизи устьев подводных гидротермальных источников. Это

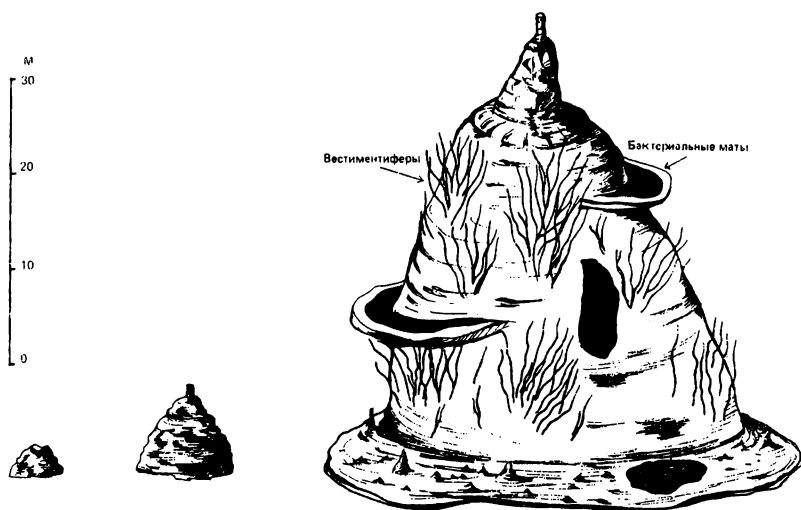
длинные червеобразные существа, называемые вестиментиферами, и множество бактерий, образующих целые «бактериальные маты».

Вторым районом исследования в экспедиции была впадина Гуаймас в Калифорнийском заливе. Залив сформировался относительно недавно. Около 5 млн лет назад Калифорнийский полуостров, отколовшись от континента, стал перемещаться и к настоящему времени «отъехал» на 300 км к северо-востоку. Дно залива отличается от дна открытого океана тем, что заполнено рыхлыми осадками, их приносят впадающие в залив реки и прежде всего река Колорадо. Осадки нарастают на несколько миллиметров в год — примерно в 1000 раз быстрее, чем в рифтах открытого океана. Так что поднимающиеся из океанских недр высокотемпературные рудоносные растворы преодолевают здесь мощный осадочный слой (300—500 м), прежде чем достигают поверхности дна.

Наблюдатели, погружавшиеся во впадине в подвод-

ных обитаемых аппаратах, обнаружили несколько гидротермальных полей с «черными курильщиками». Одно из них — холм высотой 10 м и диаметром 500 м, а на нем многочисленные гидротермальные постройки.

Основное пространство гидротермального поля занимают конические постройки. Высота их иногда больше 50 м. Небольшие постройки сложены шлакообразным материалом, заключенным в относительно мелкозернистую рыхлую породу: более крупные — очень плотные. Если первые образовались при сравнительно низких температурах, то вторые связаны с деятельностью высокотемпературных (более 300 °С) рудоносных растворов. В их составе преобладают сульфиды железа (пирротин), реже — сульфиды цинка и меди, а также сульфаты, опал и карбонат кальция. Все гидротермальные постройки встречаются в осевой части рифта, куда рудоносные растворы поступают через многочисленные трещины. В краевых же частях они иной формы — колонны высотой



до 25 м, часто с карнизами. На их поверхности развиты «бактериальные маты», а вокруг — колонии мелких белых раков. Отдельные участки колонн покрыты плотными «зарослями» вестиментифер, а само вещество колонн в основном состоит из нерудных минералов.

По геологическому строению оба района гидротермальной деятельности, обследованные в первой экспедиции «Мстислава Келдыша», отличаются наличием или отсутствием чехла рыхлых осадков. Ведь в двух этих районах гидротермальные процессы протекают в принципиально разных условиях: одинаковый по составу первичный гидротермальный рудоносный флюид в одном районе достигает поверхности дна почти неизменным, в другом же он испытывает существенные преобразования, пробиваясь через мощную толщу осадка.

В ЦЕНТРЕ АТЛАНТИКИ

В предыдущей экспедиции удалось изучить рудопроявления в рифте открытого океана, для которого харак-

терны средние скорости спрединга. В рифтах же, обладающих малыми скоростями спрединга (около 2 см/год), находки активных высокотемпературных гидротермальных полей крайне редки. В пределах наиболее типичного низкоспрединового центра — Срединно-Атлантического хребта — пока обнаружено только два таких поля с характерными «черными курильщиками». Одно из них, гидротермальное поле ТАГ (Трансатлантический геотраверс) на 26° с. ш., исследовала следующая экспедиция на судне «Академик Мстислав Келдыш» в 1988 г. Судно имело на борту два глубоководных обитаемых аппарата «Мир».

Гидротермальные проявления в данном районе приурочены к рифтовой зоне хребта, отличающейся асимметричным строением. С западной стороны она обрамлена системой уступов, где поверхность дна вздымается над долиной примерно на 500 м, на востоке же рифтовая долина граничит с мощным горным сооружением.

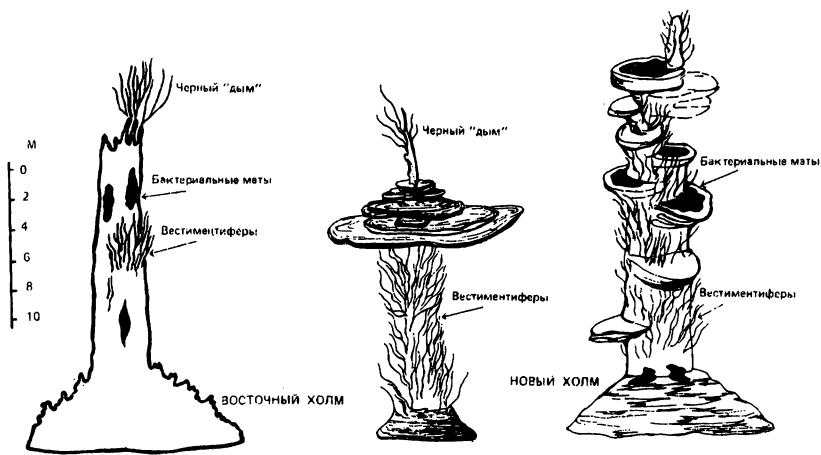
В пределах гидротермаль-

Конические гидротермальные постройки центральной части рифта (впадина Гуаймас, восточная часть Тихого океана)

Рисунок Д. В. Васильева

ного поля здесь была обнаружена активная постройка и уже «погасшие», реликтовые. Активная постройка — это холм в форме усеченного конуса диаметром у подножья 200 м и высотой 30 м. Вершинная часть холма диаметром около 30—50 м и высотой 10—15 м осложнена многочисленными провалами, рвами, мелкими хребтами. В центральной части — несколько рудных столбов, высота которых около 10 м.

Первые признаки активной гидротермальной деятельности в виде мерцающих вод (муара) обнаруживаются у подножья вершинной части холма. Теплые воды здесь высачиваются через рыхлые гидротермальные отложения (ширина зоны муара 5—10 м). Выше, на склоне постройки, зона муара сменяется зоной теплых и горячих вод, содержащих много чер-



Гидротермальные постройки в краевых частях рифта (впадина Гуаймас)

Рисунок Д. В. Васильева

ния медной специализации), периферийные же части характеризуются сульфидными рудопроявлениями цинковой и медно-цинковой специализации.

И если раньше новые сульфидные залежи искали только в рифтовых зонах, то после второй экспедиции в «перспективные» области включили практически все дно Мирового океана, ведь некогда оно было сформировано в рифтовых зонах.

ной взвеси («черные курильщики»). В зоне «черных дымов» обнаружено массовое скопление креветок.

Согласно оценкам, общие запасы рудного вещества в этой постройке составляют около 5 млн т. Заметим, что позднее, летом 1991 г., при непродолжительных работах с использованием глубоководного обитаемого аппарата «Мир», в этом районе удалось обнаружить гигантскую реликтовую рудную залежь с запасами около 10 млн т.

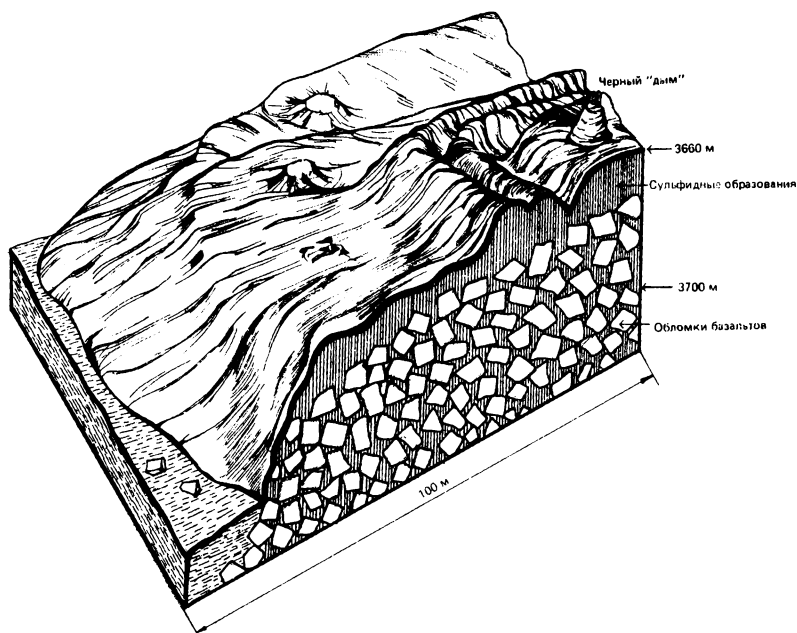
И активные, и встречающиеся поблизости реликтовые образования состоят в основном из сульфидов железа, меди и цинка, соотношение которых закономерно меняется от центра постройки к ее периферии. Сульфиды железа и меди слагают центральную часть гидротермального холма (рудопроявление

С подножья гидротермальных построек на борт судна были подняты колонки донных осадков, накапливавшихся одновременно с формированием сульфидных залежей. В них, как в своеобразной летописи, запечатлены процессы поступления гидротермального вещества на океанское дно, эволюция его состава, и наконец, формирование индивидуальной сульфидной залежи.

Еще недавно считали, что после прекращения гидротермальной деятельности сульфидные залежи быстро разрушаются в океанской воде. Во второй экспедиции на «Мстиславе Келдыше» были получены прямые доказательства того, что эти представления неверны. Значительная часть рудных тел покрывается коркой оксидов и гидроксидов железа и марганца, которая защищает сульфидные минералы от разрушения и таким образом сохраняет рудную залежь.

НА ЮГО-ЗАПАДЕ ТИХОГО ОКЕАНА

Два основных типа границ разделяют литосферные плиты: **дивергентные**, или зоны спрединга, в пределах которых литосферные плиты расходятся в разные стороны (а на их границе постоянно поднимается к поверхности глубинное вещество и формируется новая кора), и **конвергентные**, где плиты сталкиваются. Одна из разновидностей конвергентной границы — зона схождения литосферных плит и пододвигания (субдукции) одной плиты под другую. В последние годы установлено, что за вулканическими островными системами, которые формируются над зонами субдукции, присутствуют, как это ни странно, зоны растяжения (спрединга). Эти районы, названные районами **заостро-**



водужного спрединга, во многих отношениях отличаются от рифтовых зон открытого океана. Обнаруженные там гидротермальные поля с крупными залежами сульфидов сейчас вызывают повышенный интерес морских геологов — в веществе этих залежей, по оценкам, высоки концентрации свинца, серебра и золота.

В 1990 г. научно-исследовательское судно «Академик Мстислав Келдыш» совершило рейс в районы заострово-дужного спрединга в юго-западной части Тихого океана. Предполагалось выяснить, чем отличаются местные гидротермальные сульфидные рудопроявления от подобных активных форм открытого океана. Это была третья экспедиция к «черным курильщикам».

В начале обследовался **бассейн Манус** в восточной акватории моря Бисмарка. В пределах существующего здесь рифта определены исключительно высокие скорости

спрединга (12 см/год). Найденное в этом районе гидротермальное поле, получившее название «Венский лес», приурочено к крупному вулканическому своду шириной около 2 км. На периферии гидротермального поля широко развит оранжевый рыхлый материал, тонким слоем покрывающий вулканические породы фундамента. Сложен он в основном оксидными минералами железа. Сама гидротермальная постройка шириной около 50 м и длиной более 50 м имеет своеобразный цоколь в виде покрова толщиной в десятки сантиметров. На цоколе покоятся многочисленные конические постройки, размеры которых увеличиваются от периферии к центру, их по 5—8 штук на каждом десятке квадратных метров.

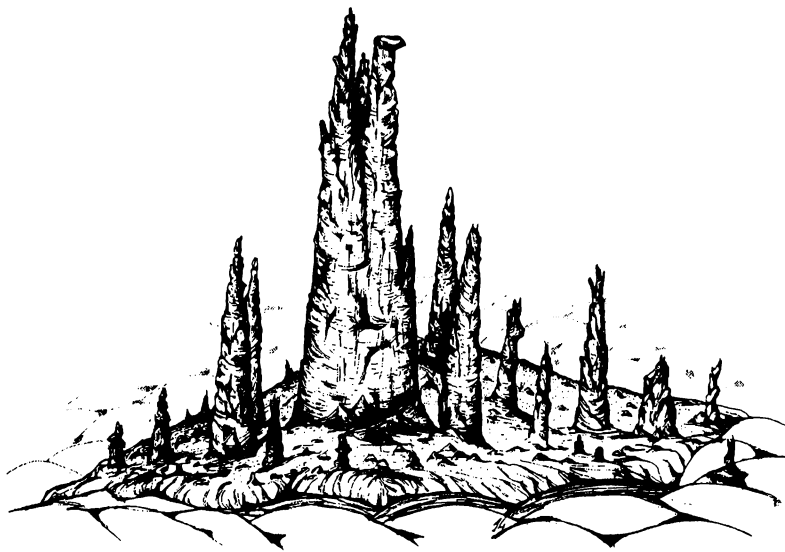
Вещество построек — сульфиды и нерудные минералы, среди сульфидных минералов преобладают сульфиды цинка и железа, в небольшом количестве встречаются

Морфология и внутреннее строение гидротермальной постройки на Трансатлантическом геотреверзе

Рисунок Д. В. Васильева

сульфиды меди, достаточно высоки содержания свинца, золота и серебра. Гидротермальное поле бассейна Манус активное, в его пределах обнаружено несколько «черных курильщиков».

Второй район работ экспедиции — **бассейн Лау** — расположен к западу от островной дуги Тонга-Кермадек. На севере бассейна, во внутреннем рифте шириной 9 км, был найден вулканический свод, на поверхности которого расположено неактивное гидротермальное поле. По периферии — скопления рыхлого осадка (преимущественно гидроксиды железа), а также многочисленные, напоминающие ел-



Гидротермальный пояс «Венский лес» в бассейне Манус (акватория моря Бисмарка, Тихий океан)

Рисунок Л. П. Зоненшайна

ки, ветвящиеся постройки до 50—70 см высотой — из оксидных минералов железа и опала (аморфного кремнезема), покрытые сверху черной марганцевой коркой.

Главная гидротермальная постройка представляет собой совокупность многочисленных «труб» — каналов для разгружающихся высокотемпературных рудоносных растворов, которые расположены на мощном цоколе эллипсообразной формы высотой 20 м. В центре постройки преобладают рудопроявления медной специализации, к периферии они сменяются веществом мед-

но-цинковой и цинковой специализации.

Исследование рудогенеза заостроводужных рифтов показало следующее. Размещение гидротермальных образований здесь такое же, как и в рифтовой зоне открытого океана. Да и сами сульфидные залежи по составу и строению принципиально не отличаются от подобных образований в рифтах открытого океана.

ЧТО ИЗВЕСТНО О ГИДРОТЕРМАЛЬНОМ РУДНОМ ПРОЦЕССЕ?

Морфология, состав и свойства гидротермальных отложений определяются условиями разгрузки высокотемпературного рудоносного флюида. Когда он выходит из пород фундамента в придонные воды, только 3 % им поставляемого вещества формирует массивные рудные тела вблизи устья источника, а 97 % — в виде взвеси или растворов рассеи-

вается в океанской воде.

Рудоносный флюид, из которого формируются залежи, обычно имеет температуру 300—400 °С. Взаимодействуя с придонной водой, он постепенно охлаждается, а при более низких температурах в составе гидротермальных отложений важную роль начинают играть нерудные минералы (сульфаты, кремнезем, кальцит). В них сульфидные минералы присутствуют уже только в рассеянном виде. Дальнейшая эволюция рудоносного раствора формирует силикаты железа (нонtronит), а затем оксиды и гидрооксиды железа и марганца.

Такая последовательность выпадения гидротермального вещества создает определенную пространственную зональность в составе вещества каждой гидротермальной постройки: сульфиды — в центральной ее части, оксидные минералы железа и марганца — на периферии. Однако иногда смешение

рудоносного флюида с океанской водой начинается еще в подповерхностных горизонтах и не выходит наружу. В таком случае самые высокотемпературные звенья описанного ряда гидротермальных отложений формируются в недрах под океанским дном, и на поверхность поступают лишь отложения средней и низкотемпературной части ряда.

Совершенно иная обстановка рудоотложения в активных океанских рифтах, где дно одето чехлом рыхлых осадков. Преодолевая этот мощный слой, рудоносный флюид теряет гидротермальное вещество, в том числе металлы, а некоторые химические элементы из твердой фазы осадка переходят в раствор. Гидротермальные постройки, формирующиеся из такого раство-

ра, бывают весьма разнообразными по составу, а иногда практически не содержат рудных минералов.

Во впадинах рифта Красного моря наблюдается еще один тип рудоотложения, пока не встреченный в открытом океане. Здесь также только незначительная часть гидротермального вещества, поставляемого на поверхность дна рудоносными растворами, формирует массивные отложения. Основная часть переходит во взвесь, в том числе и сульфидную. Однако в отличие от других рифтов, в рассолоносных красноморских впадинах (здесь придонные воды представляют собой высокотемпературный, высокоминерализованный рассол — результат растворения древних солей) взвесь эта не выносятся за пределы впади-

ны, а осаждается в ней, формируя рыхлый рудный осадок, сильно обогащенный металлами — цинком, медью, золотом.

Изучая гидротермальную деятельность океана и устанавливая, какая именно обстановка рудоотложения характерна для того или иного района, можно прогнозировать примерные размеры и качество рудопроявлений. Однако пока наши знания в этой области крайне ограничены. Создание законченной модели гидротермального рудного процесса — проблема не завтрашнего и даже не послезавтрашнего дня. И чтобы приблизить ее решение, корабли науки снова и снова отправляются в дальние экспедиции, а подводные обитаемые аппараты устремляются к океанскому дну.

НОВЫЕ КНИГИ

Когда и кто написал Апокалипсис

Издательство АОН (Московское отделение Межотраслевого территориального комплекса «Троицкий») выпустило в 1991 г. репринтное издание книги Николая Александровича Морозова (1854—1946) «История возникновения Апокалипсиса. Откровение в грозе и буре». В 1882 г. во время своего заточения в Алексеевский рavelин Петропавловской крепости, приговоренный к вечной каторге (как участник подготовки покушения на Александра II), будущий почетный член АН СССР впервые прочитал Апокалипсис. До того времени он ни разу его не читал и «со слов Рахметова, в известном романе Чернышевского «Что делать?», считал эту книгу за произведение сумасшедшего». «Несмотря на «отвратительный французский перевод», по которому Н. А. Морозов прочел книгу, он прежде всего заинтересовался ее астрономической частью — описанием созвездий и самого неба



«со всеми его годичными и суточными движениями». Привлекло внимание и описание геофизических явлений в Апокалипсисе.

Свой труд об Апокалипсисе Н. А. Морозов создал в 1907 г. уже в Шлиссельбургской крепости, а побудила его к этому просьба соседки по заключению Веры Николаевны Фигнер (1852—1942) «написать для нее что-нибудь из моих размышлений и исследований». Используя упро-

щенные приемы вычислений, которые, по мнению автора, доступны любому человеку, знакомому с «элементарными основаниями», Н. А. Морозов точно определил время появления Апокалипсиса (30 сентября 395 г.), что после выхода его на свободу подтвердили пулковские астрономы М. М. Каменский и Н. М. Ляпин своими проверочными вычислениями.

Другим своим важным выводом Н. А. Морозов считает утверждение о том, что «Апокалипсис написан знаменитым борцом против византийского религиозного и политического абсолютизма, ниспровергателем императорских статуй Иоанном Антиохийским, называемым Хризостоном, или Златоустом», одним из известных «отцов церкви».

Монография Н. А. Морозова содержит не только «популярный способ определения времени», когда был написан Апокалипсис и красочное описание византийской жизни конца IV в. и самой личности автора «Откровения в грозе и буре», но и изложение самого Апокалипсиса. Причем, последнее представляет собой «не рублик подстрочный перевод (с греческого), как обыкновенные церковные», а «популяризацию его, потому что простой перевод здесь неуместен».

Гипотезы, дискуссии, предложения

Вселенная как лист Мёбиуса

Л. В. ЛЕСКОВ,
доктор физико-математических наук

«В начале было слово». С
первых строк
Загадка. Так ли понял
я намек?
...«В начале Мысль была».
Вот перевод.
Он ближе этот стих передает.
Гете. «Фауст»
ПСИ-ЯВЛЕНИЯ И СОВРЕМЕН-
НАЯ НАУКА

Сейчас много пишут о так
называемых паранормаль-
ных, или пси-явлениях — те-
лепатии, телекинезе, проско-
пии, ясновидении, биолока-
ции, полтергейсте и т. д. От-
ношение к ним двойствен-
ное. Большинство ученых
считают это шарлатанством,
паранаукой, или в лучшем
случае результатом небреж-
но поставленных экспери-
ментов. Но и в нашей стране,
и за рубежом есть немало
серьезных и авторитетных
специалистов, которые пола-
гают, что несмотря на тот
нездоровый ажиотаж, кото-
рый окружает эти явления,
проблема заслуживает изу-
чения.

Почему так резко расхо-
дятся мнения ученых? При-

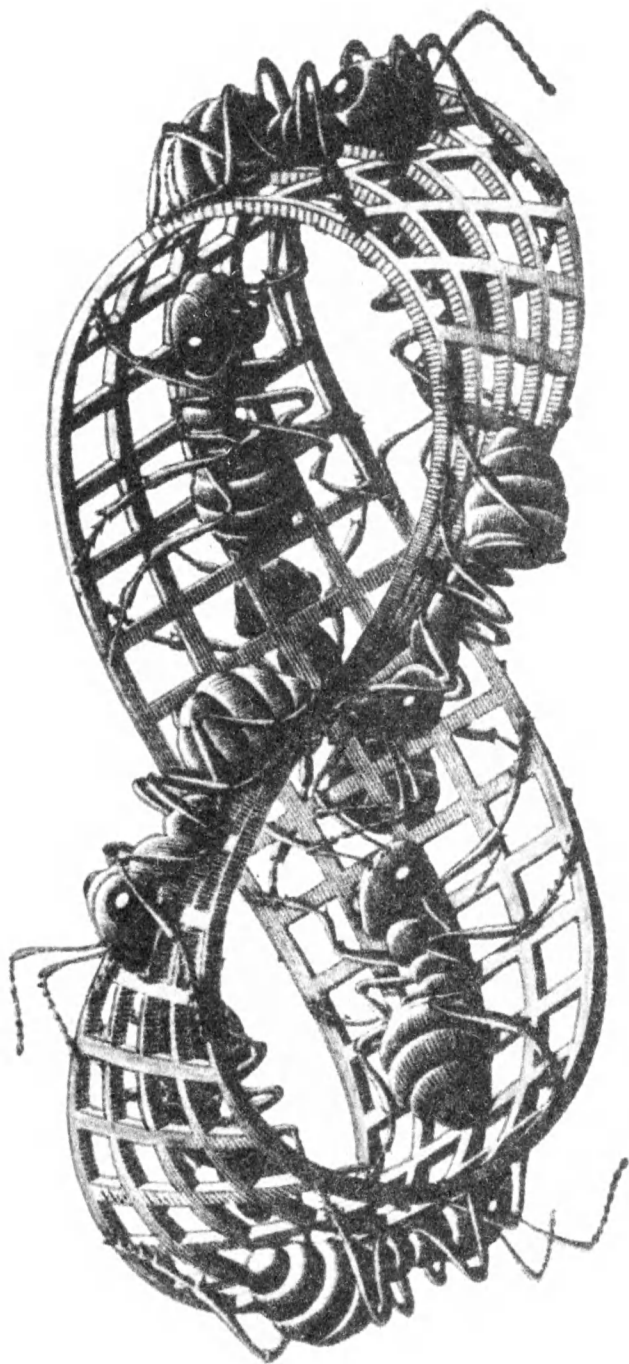
чин несколько. Первая оче-
видна: шум, поднимаемый
вокруг этой темы, вызывает
естественную реакцию от-
торжения. Вторая серьезнее:
комплекс подобных явлений
вряд ли укладывается в суще-
ствующие общенаучные
представления и, скорее все-
го, требует их радикального
пересмотра. Неудивительно,
что здоровый научный кон-
серватизм заставляет выдвигать
требования о представ-
лении более убедительных
и основательных доказа-
тельств.

Третья причина скептициз-
ма — из области мировоз-
зренческой. Очень глубокая
и радикальная перестройка
всей современной научной
парадигмы, которую повлечет
за собой признание этих
явлений, несомненна, а на
это, разумеется, без самых
серьезных оснований согла-
шаться нельзя. Но правильно
ли поставить на этом точку
и подождать, пока такие
основания появятся?

За последние годы в нашей
стране опубликован ряд книг,
авторы которых, как мне
думается, достаточно убед-

тельно показали, что просто
отмахнуться от этой пробле-
мы уже не удастся, и в гипо-
тетическом плане она заслу-
живает серьезного научного
анализа. Свою точку зрения
на эти вопросы я пробую
изложить в этой статье.

Логично начать с миро-
воззренческих проблем.
Вспомним о наиболее общих
философских категориях —
материи, сознании, бытии,
субстанции. Принято считать,
что в мире нет ничего, что не
было бы определенным ви-
дом или состоянием мате-
рии. У материи есть и струк-
турные уровни, или иначе
уровни организации: нежи-
вая природа, биологические
объекты, человек и обще-
ство. Но заглянем в фило-
софский словарь: мы прочи-
таем, что все эти уровни
признаются также и форма-
ми материи. И здесь появля-
ется много вопросов. Не
слишком ли широко толку-
ется понятие материи, если
в него включают даже чело-
веческое общество и челове-
ка, обладающего сознанием?
Тогда первично и сознание,
которое является неотъем-



Лента Мёбиуса

Рисунок М. К. Эшера

ективная реальность, данная нам в ощущениях». Кем данная?

Остановимся на этом: как бы те из читателей, у кого сохранилась в памяти ленинская основополагающая работа «Материализм и эмпириокритицизм», не обвинили автора, что он пытается прикрыть словесным сором скатывание к идеализму (а может быть, из того же источника позаимствуют и более крепкие выражения: «пошлая галиматья», «квазиучное шутовство», «клоунада буржуазной науки» и т. п.). Впрочем, этот священный гнев будет не вовсе беспочвенным: я действительно хочу произнести несколько добрых слов в защиту идеализма. И даже того хуже — мистики.

Нас учили: идеализм — это плохо; идеалисты объявляют первичными дух, сознание, психическое, а материю — вторичной. Но стоит перечитать труды самих идеалистов, например, их родоначальника — Платона, как от этой примитивной схемы остается не особенно много. Старый философ был вовсе не так прост. Да, он рассматривал идеи как абстрактные сущности вещей, но картина Космоса, которую он рисовал, была сложной и многоплановой: обладающие собственным существованием идеи пронизывают весь Космос и управляют им. Космос Платона материален, но в его основе лежит Единое, беспредпосылочное начало всего сущего и не сущего. В основе каждой вещи лежит ее идея, «ипотека». Диалектический закон единства и борьбы противоположностей обеспечивает, согласно учению Платона, переход от идей вещей к самим вещам и от идей к Единому. Как справедливо отмечал А. Ф. Лосев, идея вещи есть смысловая модель, а беспредпосылочное начало есть модель для самой идеи. Если под материализмом по-

лемым свойством человека? И что вообще значит «первично», откуда и почему возникает «вторичное» — сознание? «Материя есть объ-

нимать концепцию Космоса как неделимого целого и цельных вещей, то в этом «идеализме» Платона просматривается гораздо больше материализма. И, вернувшись теперь к проблеме пси-явлений, обсуждению которой посвящена эта статья, мы обнаружим, что мысли Платона совершенно неожиданно могут приобрести весьма актуальное звучание.

А вот что думают наши философы-материалисты о мистицизме (ему, кстати, не был чужд и Платон): это «идеалистический взгляд на действительность, основу которого составляет вера в сверхъестественные силы. Философы-мистики считают, что высшей формой познания является интуиция, духовный опыт, в котором непосредственно открывается духовная первооснова мира». Чтобы окончательно заклеить мистицизм, утверждают, что эти взгляды исповедуют, как правило, идеологи реакционных классов.

Но есть крупные мыслители, оценивающие мистицизм иначе. Вот, например, мнение Б. Рассела: «в мистическом мироощущении есть определенный элемент мудрости, не достигаемый никаким иным способом». Это — вера в единство и неделимость реальности, которая имеет две взаимосвязанные стороны — материальный мир и отличный от него мир потусторонний, играющий в единой реальности ведущую, главенствующую роль. Именно отсюда проистекает мистическая вера в интуитивное проникновение в сущность всех вещей, причем вне зависимости от хода времени: различие между прошлым и будущим — всего лишь иллюзия.

И здесь опять явно просматривается далеко не тривиальная идейная переключка с комплексом явлений, принятых, отнюдь не случайно, называть паранормальными

ми. На эту сторону дела обращает внимание известный физик-теоретик Д. Бом. По его мнению, современная научная модель мира оказывается в ряде отношений сходной с некоторыми концепциями мистиков. «Вдруг есть что-то еще помимо материи? — спрашивает он. — Или, может быть, материя настолько тонка, что она не укладывается в наше обычное представление о ней?»

Вот куда нас завели рассуждения, которые пришлось провести, приняв в качестве исходной гипотезу о том, что за паранормальными явлениями может стоять некоторая реальность. Как видно, серьезное рассмотрение этой проблемы требует радикального пересмотра основополагающих философских установок. Поэтому то сопротивление, которое эти вопросы встречают со стороны скептиков, представляется совершенно естественным.

Однако излишняя жесткость в отказе рассматривать, вопреки фактам, мысль и сознание как автономную реальность привела к тому неизбежному результату, что этот взгляд был монополизирован теологией и идеалистической философией. В итоге метод диалектического материализма, оторванный от развития науки и принявший форму непререкаемых окостеневших догм, начал понемногу превращаться в тормоз свободного научного поиска.

В ПОИСКАХ ЕДИНСТВА ВСЕЛЕННОЙ

Неудивительно, что в этих условиях, принимая к теоретическому осмыслению проблему пси-явлений, обычно обходят стороной необходимость глубокой мировоззренческой перестройки и пытаются найти решение в рамках чисто физического подхода. В результате предложены различные теорети-

ческие модели, построенные с целью объяснить комплекс паранормальных явлений: существование особого рода полей или элементарных частиц, многомерная структура пространства-времени и др. Однако большинство из них обладает общими недостатками: чисто качественный характер, искусственное введение исходных постулатов, отрыв от существующих физических теорий и отсутствие оценок границ применимости и предсказательной силы, невозможности экспериментальной проверки.

В целом, предпринимаемые в настоящее время попытки осмыслить имеющийся комплекс эмпирической информации носят разрозненный характер, в них нет системного анализа проблемы с позиций единого методического подхода. Дело к тому же сильно осложняется высокой неопределенностью накопленной информации, что объясняется спонтанным характером пси-явлений, их крайней нерегулярностью, плохой воспроизводимостью и непредсказуемостью. К тому же исключительно велик, как уже отмечалось, уровень информационных шумов, создаваемых разного рода шарлатанами.

Учитывая подобное состояние теоретического осмысления проблемы, можно в определенном смысле охарактеризовать его как методологически тупиковое. Существует поэтому потребность в поиске новых подходов к решению проблемы и о всеобщем и о первичных субстанциях Универсума (Universum — Вселенная (лат.). Прим. ред.). Достигнув прогресса в этом направлении, можно попытаться на этой методологической основе предложить новый подход к пониманию комплекса паранормальных явлений.

Современная наука достигла существенного про-

гресса в понимании физической природы сознания. Американский нейропсихолог К. Прибрам исследовал вопросы кодирования информации в мозгу. «Камнем преткновения в этой проблеме,— пишет он,— стал язык кодирования, является ли этот язык духом или материей?» Ему удалось экспериментально доказать, что накопленная в мозгу информация кодируется по принципу голографии: по любой его части можно воспроизвести весь объем данных. И следовательно, основная функция мозга состоит в его способности кодировать и перекодировать информацию, превращая ее в более совершенные структуры.

Развивая этот подход, Д. Бом пришел к выводу, что материальная структура Вселенной тоже подобна гигантской голограмме. Каждая ее часть отражает всю структуру. Вселенная — внутренне сцепленный миропорядок, подобный потоку Гераклита. Движение этого потока в пространстве и времени Бом образно назвал голокинезом.

Одно из перспективных направлений современной теоретической физики — интерпретация всех полей материи в терминах геометрических свойств многомерного суперпространства. В рамках такого подхода именно пространство, включающее все материальные частицы как собственные степени свободы, приобретает первостепенное значение для описания реального мира. Возможно, именно на этом пути будет, наконец, выявлено фундаментальное единство материи, пространства и времени.

Сознание, если вернуться к концепции Прибрама, тоже имеет свои степени свободы. И тогда — как формулирует проблему известный физик-теоретик А. Д. Линде — следующим этапом в созда-

нии фундаментальной теории, описывающей единство Универсума, станет развитие такого подхода, который будет органически включать и эти степени свободы, иными словами, внутренний мир человека.

Первые шаги в этом направлении уже сделаны. Р. Джан из Принстонского университета исследовал аналогию между паранормальными явлениями и формальными следствиями из математического аппарата квантовой механики. Ему удалось показать, что на языке квантовой механики возможно формальное описание комплекса этих явлений. Такой подход интересен, но, естественно, не позволяет ответить на вопрос о физической природе агента, ответственного за паранормальные явления.

Крупный отечественный математик В. В. Налимов разработал вероятностную модель языка. Сознание с этой точки зрения можно интерпретировать как **оператор смыслов**. В этом подходе нетрудно увидеть глубокие параллели с концепцией Прибрама о кодировании информации в мозгу. Но Налимов делает следующий принципиально важный шаг: он формирует гипотезу о том, что наряду с миром физической материи существует взаимодействующее с ним смысловое поле, или, как он его называет, **семантически насыщенное пространство**, метрика которого может оказаться весьма сложной.

Из модели языка, разработанной Налимовым, следует, что сознание, мышление носит непрерывный характер, а язык — дискретный. Работа сознания изменяет распределение смыслов в автономной континуальной реальности — семантическом пространстве. Тем самым является принципиальная возможность теоретического анализа эффектов, связанных

с выходом индивидуального сознания за пределы индивидуальной телесной капсулы, иными словами, паранормальных явлений.

Подозреваю, что рассказ о работах Джана и Налимова может вызвать у части читателей не лишенное оснований чувство протеста: с каких это пор тончайшие вопросы психологии стали представлять в виде математических уравнений? Не есть ли это очередное физикалистское упрощенчество и самый примитивный формализм? Этим читателям я хочу посоветовать прочитать недавно изданную у нас книгу «Формула человека», которую написал В. А. Лефевр — один из ведущих специалистов в области теоретической психологии. В этой книге предложена оригинальная алгебраическая конструкция, позволяющая на математическом языке трактовать фундаментальные проблемы человеческого бытия и свободы воли. Причем выполнено это на основе обобщения эмпирического материала. Так что математика уже делает в области психологии успешные шаги.

Слабость концепции Налимова, как и работы Джана, в другом: отсутствует ответ на вопрос, в чем состоит физическая природа семантического пространства как нового вида объективной реальности. Чтобы продвинуться к выяснению этой проблемы, обратимся к экспериментальным исследованиям отечественных биологов и психологов (В. В. Казначеев, В. Н. Пушкин, А. Н. Дубров и др.). В их работах показано, что на молекулярные биологические объекты формирующее влияние оказывает внемолекулярный компонент жизни, причем этот компонент скорее всего имеет космическое происхождение.

Эти работы по существу являются развитием пред-

ставлений о живом веществе, которое отстаивал В. И. Вернадский. Согласно его взглядам, живое вещество не могло произойти из неживого и жизнь во Вселенной — в той или иной форме — имеет возраст не меньше, чем сама Вселенная.

МЭОН КАК АВТОНОМНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Рассмотренные теоретические и экспериментальные работы, с разных позиций исследующие проблему сознания, объединяет одна общая мысль: в природе существует автономная по отношению к известным физическим формам материи реальность, которая играет существенную роль в духовной жизни человека и служит первичным агентом паранормальных явлений. Для обозначения этого гипотетического агента используются различные наименования: «внемолекулярный компонент жизни», «семантическое пространство», «биоинформационное поле» и т. п. (общепринятая терминология здесь пока не установилась).

Для того чтобы обеспечить комплекс паранормальных явлений, этот агент должен обладать весьма необычными свойствами. Он не должен содержать реальных элементарных частиц, но у него должна быть устойчивая внутренняя структура, способная хранить закодированную информацию. Он должен участвовать в актах энергоинформационного обмена с участием реальных полей материи, но его взаимодействие с этими полями должно быть разрешено лишь при соблюдении специальных условий. Наконец, этот агент может характеризоваться многомерным суперпространством с переменной масштабностью, но временная координата должна при этом свертываться. Требование «свертывания» времени вы-

текает из того, что в паранормальных явлениях наблюдается синхронность прошлого, настоящего и будущего.

Этот парадоксальный набор свойств, видимо, и объясняет указанную выше неудачу поисков специфического агента паранормальных явлений. Хочется обратить внимание на то, что среди известных физических объектов есть такой, свойства которого почти полностью совпадают с только что приведенным перечнем. Таким объектом является физический вакуум (следует подчеркнуть, что в современной физической теории признается существование нескольких разновидностей вакуумного состояния, которые различаются между собой).

Говоря о физическом вакууме, в дополнение к перечисленным свойствам можно добавить еще некоторые, не менее парадоксальные. Например, к физическому вакууму, вероятно, неприменимо второе начало термодинамики, поскольку в нем не содержится реальных частиц. По той же причине происходящие внутри него процессы, вероятно, могут протекать с нарушением и первого начала, т. е. закона сохранения энергии. Не исключено также, что именно свойства физического вакуума обеспечивают вневременной механизм передачи информации, гипотезу о существовании которого на основании астрономических наблюдений выдвинул Н. А. Козырев.

Сама по себе идея связать вакуум с «всеобщим» не нова. Она восходит к ведическому учению, к христианской доктрине о сотворении мира «из ничего» посредством слова. В XVIII в. французский философ Дешан выдвинул учение о тождестве Всего и Ничего. Имея в виду семантику и материю в их неразрывном единстве,

П. А. Флоренский представил образ Космоса, как листа Мёбиуса, и именно эта идея и использована в заглавии данной статьи.

Новым является предложение объединить научные представления о физическом вакууме с современными концепциями о сознании, сущности личности и биоинформационном поле. Возникает естественное желание рассматривать физический вакуум как особую форму материи. И хотя за длительное время использования этот термин проявил себя на редкость эластичным, лично у меня такое чрезмерно расширительное толкование, удобное, быть может, с философской точки зрения, вызывает внутренний протест — злоупотребление терминами запутывает существо вопроса. А вопрос, на который предстоит дать ответ, состоит в следующем: можно ли поставить знак тождества между физическим вакуумом и агентом, порождающим психологические и паранормальные явления?

Думается, оснований для однозначно положительного ответа все же пока недостаточно. Ограничимся поэтому более осторожной гипотезой. Агент, о котором идет речь, обладает свойствами вакуумноподобного состояния. Чтобы подчеркнуть органическую близость обоих объектов, употребим для обозначения этого агента термин «мэон» (греческий эквивалент слова «вакуум»).

Вакуумоподобные свойства мэона помогают продвигаться в понимании механизмов энергоинформационных паранормальных эффектов. Видимо, дело в коллективных и когерентных процессах, связанных с фазовыми переходами, в которых вакуумноподобное состояние является начальным, а в конце основную роль играют, скорее всего, электромагнитные поля.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Какие же выводы общенаучного характера можно сделать, исходя из сформулированной гипотезы о вакуумно-подобном состоянии как физической основе семантического поля. Таких выводов несколько и они носят фундаментальный характер.

Во-первых, новую интерпретацию можно предложить «проблеме наблюдателя» в квантовой космологии. Роль этого «наблюдателя» на стадии возникновения Вселенной из вакуумного состояния в процессе Большого Взрыва может сыграть сам вакуум, если ему приписать свойства семантического потенциала.

Во-вторых, появляется простая возможность дать интерпретацию антропного принципа, в которой не сохранилось бы явных или неявных указаний на возможную роль Творца в происхождении нашей Вселенной.

В-третьих, в русле того же методологического подхода появляется возможность по-новому осмыслить процессы эволюции, происходящие в биосфере, а в пределе, быть может, и в ноосфере. Более того, само представление о ноосфере приобретает в рамках такого подхода новое содержание: если в обычном понимании это представление основывается исключительно на социальных про-

цессах, то с учетом концепции мэона возникает возможность рассматривать ноосферу как единую планетарную биоинформационную систему. Нечто подобное имел в виду П. А. Флоренский, когда писал Вернадскому о пневмосфере.

И последнее. В рамках этих представлений в уточнении нуждаются и общеполитические представления о «всеобщем» как первооснове Универсума: единая мировая субстанция, возможно, действительно напоминает лист Мёбиуса, одна сторона которого — семантическое пространство, а другая — материя.

Информация

«Большой взрыв» под вопросом

водорода, гелия и лития. Более десяти лет назад французские астрономы М. Спит и Ф. Спит установили, что в «старых» звездах отношение количества лития к водороду составляет около 10^{-10} к 1, что подтверждало гипотезу Большого взрыва.

Однако в 1991 г. стало известно, что одна «старая» звезда, а именно G186-26, лития не содержит совсем.

В октябре 1992 г. сотрудница Йерской обсерватории (США) Дж. Торнберг обнаружила еще две подобные звезды: G122-69 и G139-8. Их древний возраст подтверждается тем, что отношение железа к водороду у них составляет лишь 1/350 долю того, что свойственно Солнцу. Следовательно, эти звезды сформирова-

лись около 10—15 млрд лет назад, когда в Галактике еще было мало железа.

На 4-метровом телескопе Национальной обсерватории Китт-Пик Дж. Торнберг получила их спектры. Литий, как известно, обладает линией поглощения в красной части спектра 6707 Å, но его следов обнаружено не было. Это означает, что у звезды G122-69 отношение лития к водороду составляет менее 10^{-11} , а у G139-8 — менее $1,8 \cdot 10^{-11}$. Это в пять-десять раз ниже, чем того требует гипотеза Большого взрыва.

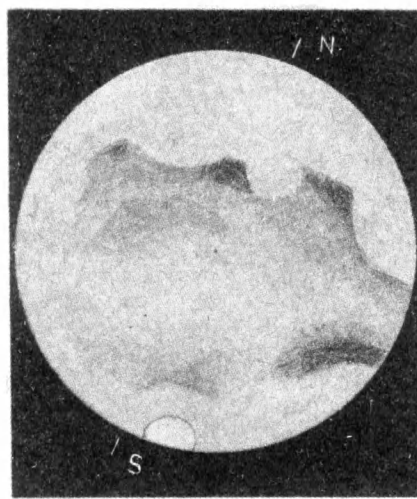
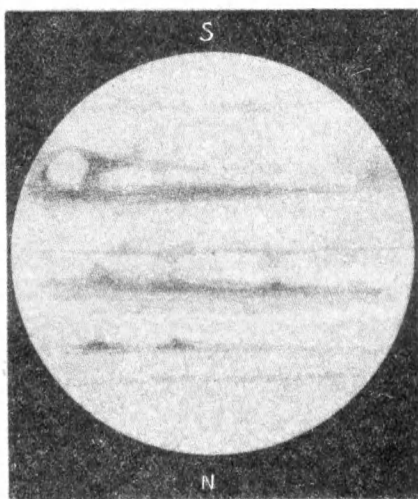
Nature, 1981, 296, 493
Astrophysical Journal Letters,
1991, 373
New Scientist, 1992, 136, 1845

Возможности телескопа «Мицар»

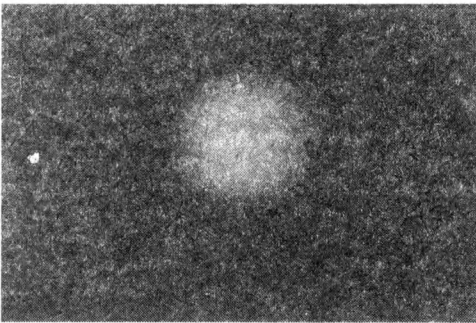
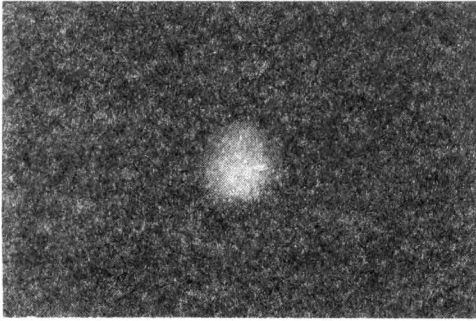
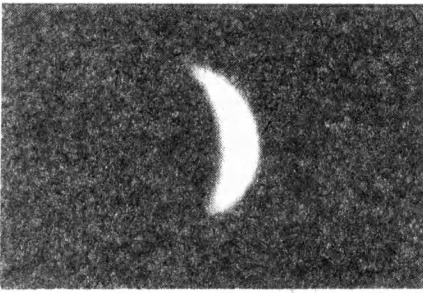
Прошло уже почти десять лет, как поступил в продажу телескоп «Мицар», выпускаемый Новосибирским приборостроительным заводом имени В. И. Ленина, но до сих пор ничего не было опубликовано о его характеристиках. Правда, в короткой заметке Л. Л. Сикорук сообщил о полевых испытаниях инструмента, но эти испытания были непродолжительны и не могли полностью раскрыть всех возможностей телескопа (Земля и Вселенная, 1984, № 3).

Вот уже несколько лет я с удовольствием работаю с телескопом «Мицар». Устойчивая монтировка, компактная труба, удачный выбор оптической системы позволяют без труда наблюдать небо от горизонта до зенита. Применяя различные увеличения (32 \times , 54 \times , 96 \times и 169 \times), можно совершать интереснейшие прогулки по Луне и звездному небу, знакомиться с планетами.

Испытания убеждают в хорошем качестве оптики телескопа. В него легко

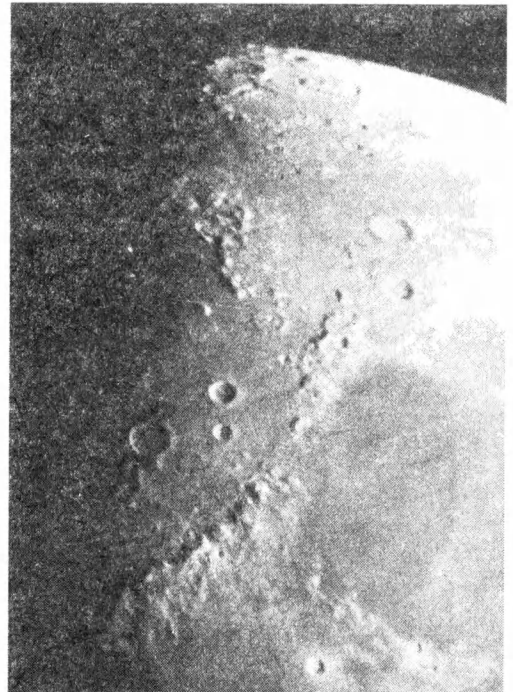


Такими видны Юпитер и Марс (слева) в телескоп «Мицар» при увеличении 169 \times . (Рисунки автора)



Известно, что особенно недостатки зеркала сказываются на изображениях деталей на поверхности планет. В «Мицар» четко видны и полярная шапка Марса и его темные «моря». Наличие светофильтров позволяет усиливать контраст отдельных деталей. На Юпитере, например, кроме хорошо видимых в самые небольшие инструменты экваториальных полос, можно наблюдать и Красное Пятно и полосы, расположенные ближе к полюсам. Иногда удается заметить тонкую темную полосу в экваториальной зоне, которую не видно в другие инструменты.

Как отмечает М. С. Навашин в книге «Телескоп астронома-любителя», только высококачественное зеркало диаметром 150 мм позволяет проследить прохождение спутника и его тени по всему диску Юпитера. И хотя 110-миллиметровый «Мицар» дает возможность наблюдать спутник лишь у краев диска, где яркость планеты



Снимки Венеры, Марса и Юпитера

разрешаются двойные звезды ϵ_1 и ϵ_2 Лиры (расстояние между компонентами 2,7" и 2,2"), ξ Большой Медведицы (1,9"), α Близнецов (1,8"), ϵ Волопаса. Последнюю русский телескопостроитель А. А. Чикин рекомендовал наблюдать как пробный объект, т. к. расстояние между компонентами ϵ Волопаса составляет 2,9", а сами компоненты различаются в блеске (2,7^m и 5,1^m) и цвете (желтая и голубовато-зеленая). Достижением «Мицара» можно считать и разрешение двойной звезды 70 Змееносца, у которой расстояние мало (1,6") и отличие в блеске значительно (4,0^m и 6,0^m).

Горная цепь Апеннин на Луне

(Фото автора)

меньше, тени спутников прослеживаются по всему диску планеты. В «Мицар» можно увидеть и щель Кассини в кольцах Сатурна.

Высока проникающая способность телескопа. В скоплении NGC 7160 при увеличении 96 \times мне удалось разглядеть звезды до 12,24^m. В телескоп хорошо видны и протяженные объекты — туманности, галактики, кометы. Слабейший объект из каталога Ш. Мессье — планетарная туманность M 76 (11,5^m) четко выделяется среди звезд. «Ловцы комет» могут оценить эффективность инструмента по тому факту, что в него видны галактики M 108, M 109, имеющие блеск 10,5^m и 10,6^m и довольно протяженные размеры, что затрудняет их видимость. Между γ и β Большой Медведицы можно найти в «Мицар» и планетарную туманность M 97 «Сова» (11,2^m). Как правило, для любителей они исключительно трудны для обнаружения.

«Мицар» легко приспособить для фотографирования небесных объектов. В качестве увеличивающего окуляра удобнее использовать объектив фотоаппарата, имеющий гораздо более подходящие для этого характеристики, чем окуляры из комплекта телескопа. О качестве снимков можно судить по тому, что на них видны террасы на валах кратеров Теофил, Фракасторо, а на диске Марса — светлые области и «моря». Благодаря параллактической монтировке «Мица-

ра» его можно использовать для фотографирования неба с продолжительными выдержками (до 20—30 минут).

Незначительный недостаток «Мицара» — это неудачное расположение искателя. При наблюдениях в зенитной области приходится заглядывать в него снизу. Эту трудность легко было бы преодолеть, если бы в окуляре искателя применялась зенитная призма, поворачивающая ход лучей на 90°. Высокому качеству главного зеркала не совсем соответствуют окуляры, имеющие заметный хроматизм. Это тем более обидно, что само зеркало дает ахроматическое изображение. Применение линзы Барлоу при наблюдениях Луны дает заметный блик, который можно устранить, если сразу после линзы (по ходу лучей от зеркала к окуляру) ввести диафрагму.

Желательно комплектовать телескоп приспособлениями для фотографирования с окулярным увеличением, рассчитанными на такой популярный фотоаппарат, как «Зенит».

Несколько слов о транспортировке инструмента. «Мицар» легко укладывается в рюкзак, куда удобно положить трубу и все принадлежности. Саму же монтировку можно взять на плечо.

П. Т. ВЕЛЕЩУК
(264410, Волынская обл., г. Ковель, ул. Владимирская, д. 81, кв. 64)

Информация

Астропарк в Северной Ирландии

Северной Ирландии откроется Астрономический парк. Здесь на двух гектарах травянистых лужаек сооружается масштабная модель Вселенной.

Вдоль 500-метровой аллеи на мраморных постаментах устанавливаются глобусы всех планет Солнечной системы, причем за Плутоном масштаб расстояния становится логарифмическим, —

иначе не хватило бы территории. На специальных табличках указаны удаления от нас галактических и внегалактических объектов.

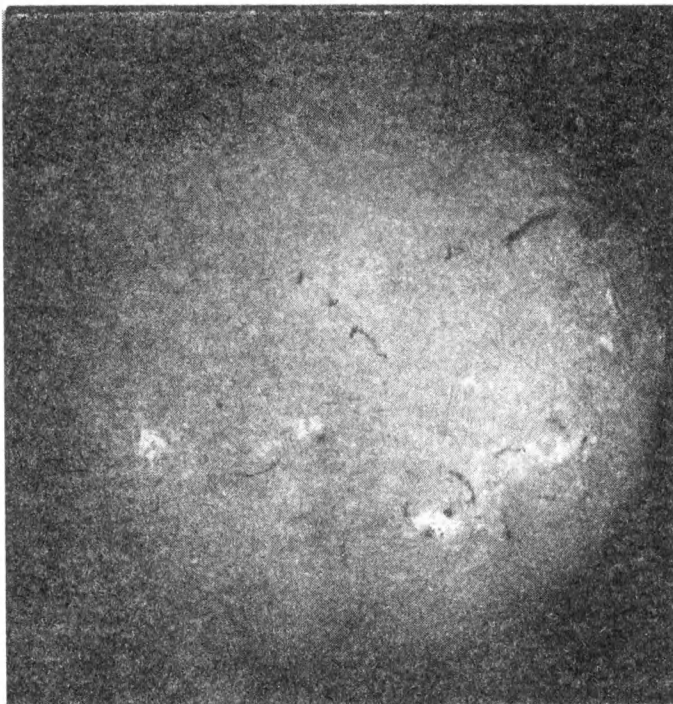
Астрономический парк будет служить хорошим дополнением к уже существующему при обсерватории планетарию.

В конце 1993 г. рядом с известной Армагской обсерваторией в

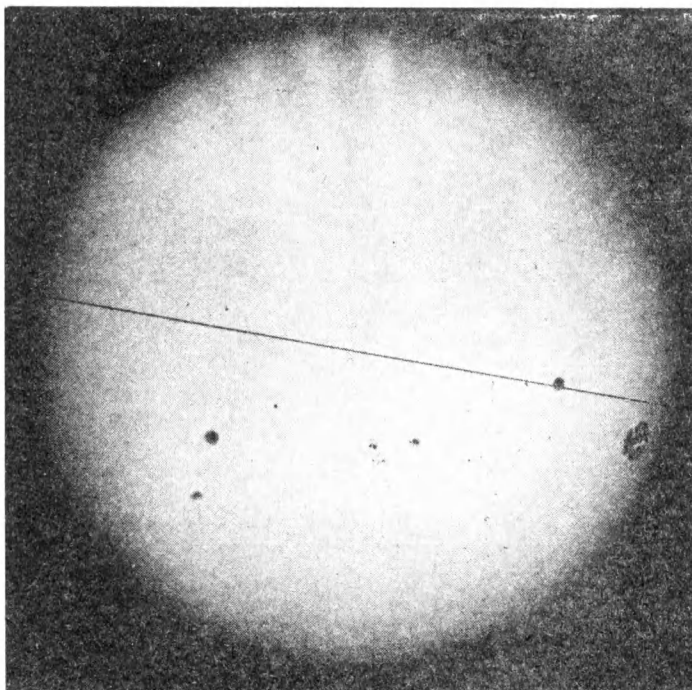
New Scientist, 1992, 136, 1845

Солнце в октябре — ноябре 1992 года

В первой декаде октября число Вольфа (W) заметно поднялось по сравнению с августом — сентябрем ($\bar{W} \approx 120$). Пиковое значение составило около 140. Число групп менялось от 4 до 8. Дальнейший ход событий показал, что процесс оживления захватил только одну полусферу. В другой, наоборот, все активные образования практически полностью исчезли. Поэтому во второй декаде октября на Солнце были лишь 2—4 небольшие группы пятен ($\bar{W} \approx 40$). В третьей декаде Солнце вновь повернулось к Земле активной стороной, что не замедлило сказаться на характеристиках активности. Число групп иногда достигало 10, а $W_{\max} \approx 160$.



Хромосфера Солнца 27 ноября 1992 г.



Преимущественно появлялись небольшие, угасающие пятна, располагавшиеся по обе стороны экватора на широтах $10-15^\circ$. Лишь в двух группах были довольно бурные изменения. Особое внимание привлекло пятно, образовавшееся 24 октября в южном

Фотосфера Солнца 30 октября 1992 г. Обратите внимание на группу пятен (вблизи западного края диска), в которую развилось появившееся 24 октября пятно

полушарии на широте 25° . Уже через сутки оно превратилось в крупную группу сложной конфигурации. Быстрое развитие пятна, видимо, привело к значительным перестройкам в хромосфере и короне. Об этом свидетельствуют события, разыгравшиеся 2 ноября, когда группа уже фактически зашла за западный край диска (очень мощный всплеск радиоизлучения и появление довольно высокой системы петельных протуберанцев, указывающих на мощную протонную вспышку).

В ноябре вариации активности в целом повторили октябрьскую картину. Амплитуда колебаний чисел Вольфа стала, однако, заметно ниже. Значит, пятна более равномерно распределились по солнечной поверхности. Число

Система петельных протуберанцев, возникшая в начале ноября 1992 г.

групп на протяжении всего месяца было 5—7, $\bar{W} \approx 80$; в первой декаде $W_{\max} \approx 110$, в третьей — $W_{\max} \approx 140$.

*В. Г. БАНИН,
доктор физико-математических наук
С. А. ЯЗЕВ*

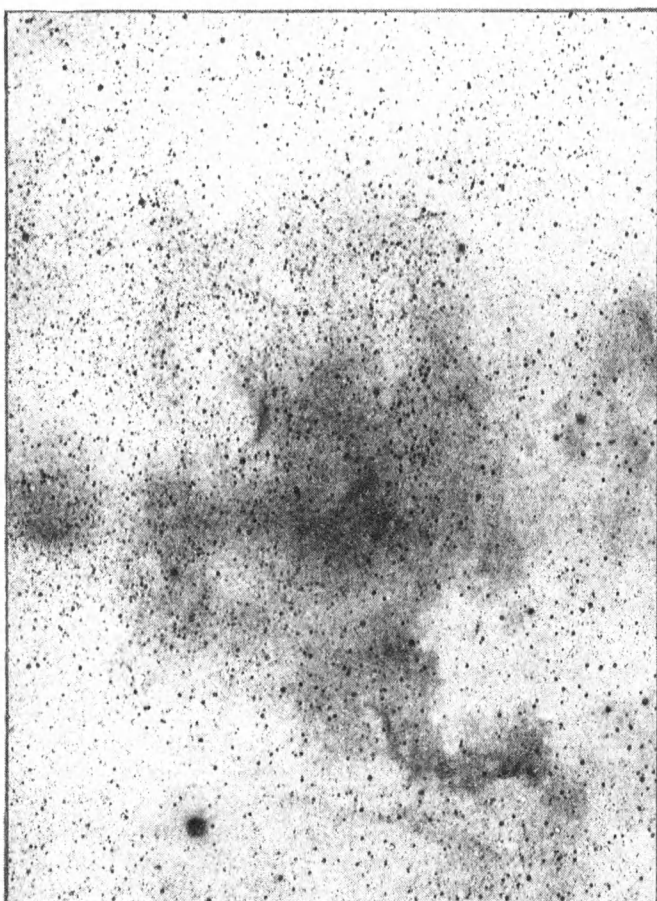
(Фотографии получены Т. В. Говориной в Байкальской астрофизической обсерватории СибИЗМИР)



Снимок газовой туманности

Известно, что в городских условиях чрезвычайно трудно фотографировать галактики и планетарные туманности, так как они излучают преимущественно в желто-зеленой части спектра, — именно в той области, где наиболее сильно сказывается засветка от уличных огней. Но есть туманности, которые можно фотографировать и в городских условиях — это диффузные газовые туманности. Около 70 % всей энергии они излучают в линии H_α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$). Выделить это излучение можно с помощью красного светофильтра или интерференционных фильтров, рассчитанных на линии бальмеровской серии. В 50-е годы академик Г. А. Шайн таким методом получил качественные снимки водородных туманностей (на обычных photographиях они полностью сливаются с фоном неба).

На менисковой камере АЗТ-6 ($D = 250 \text{ мм}$, $A = 1/3,8$) Москов-



Газовые туманности «Америка» и «Пеликан» в созвездии Лебедь

ской обсерватории Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга я попробовал сфотографировать газовые туманности в условиях такого крупного города, как Москва. Применяя красный светофильтр КС-10 (область пропускания от 5500 до 8000 А) и чувствительную

к красным лучам листовую пленку А-700Н, гиперсенсibilизированную водородом, с выдержкой в 30 мин я получил хорошие снимки туманностей «Америка» и «Пеликан» в созвездии Лебедь. Без гиперсенсibilизации (т. е. без выдерживания пленки перед экспонированием в водородной

среде) на этой же пленке за 2 часа выдержки получались лишь наиболее яркие части туманностей.

Очень помогли мне в этой работе сотрудники ГАИШ МГУ Т. А. Бируля и А. А. Мартысь.

А. Н. БУРЛАК

Особенности развития 22-го цикла солнечной активности

Еще в середине прошлого века швейцарский ученый Рудольф Вольф, проанализировав наблюдения Солнца за предыдущие столетия, открыл 11-летний цикл солнечной активности. Средняя длительность цикла 11,1 г., хотя просматривается тенденция его уменьшения. В последние 7 циклов его величина составила 10,44 г. Если внимательно изучить таблицу солнечной активности с первого по двадцать второй цикл, можно увидеть, что:

— интервал времени между последовательными сменами максимумов и минимумов испытывает значительные колебания от 7,3 до 17,1 г. для максимумов и от 9,0 до 13,6 лет для минимумов;

— фаза роста цикла меньше фазы спада;

— нечетный цикл обычно больше предыдущего, четного, кроме двух исключительных циклов (закон Гневывшева — Оля.)

Сглаженные ежемесячные значения чисел Вольфа для 22-го цикла солнечной активности. Цветная кривая — те же числа Вольфа, усредненные для циклов с 8-го по 22-ой

Известны следующие свойства солнечных циклов:

— как правило, солнечные пятна образуются в полосе гелиоширот $\pm 45^\circ$, причем в начале цикла средняя широта появления пятен в обоих полушариях $\pm 30^\circ$, затем она уменьшается в течение цикла, достигая приэкваториальной зоны вблизи минимума (закон Шперера);

— магнитная полярность головных и хвостовых солнечных пятен в каждом полушарии меняет свой знак на противоположный при переходе от одного цикла к другому;

— магнитная активность проявляет 22-летнюю повторяемость (цикл Хейла); смена знака магнитного поля (переполусовка) обычно происходит в максимальной фазе цикла; полный хейловский цикл состоит из четного и нечетного солнечных циклов.)

Текущий двадцать второй солнечный цикл начался в сентябре 1986 г. (отсчет циклов ведется с 1755 г.), и уже через 20 месяцев

ежемесячное относительное число солнечных пятен (W — число Вольфа) достигло 100. В 21 цикле такой же величины W достигло за 27 месяцев, в рекордном во всех отношениях 19-ом цикле — за 22 месяца. Максимум 22 цикла отмечен в июле 1989 г. W-158,1. Текущий цикл стал четвертым по числу Вольфа после 3, 19 и 21. Однако по среднегодовым значениям W — этот цикл второй после 19-го.

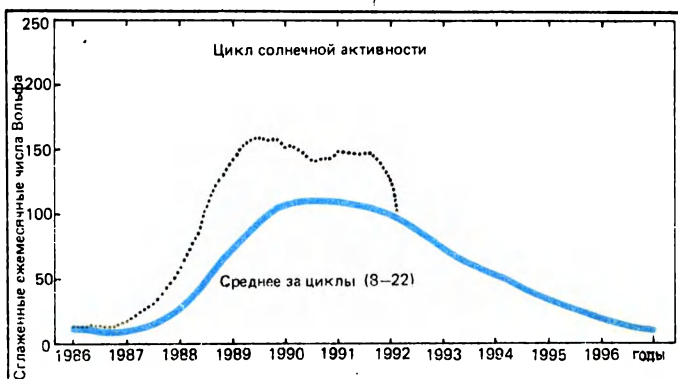
Основные особенности текущего цикла:

— рекордно быстрый рост солнечной активности от минимума к максимуму — 2,75 г.;

— максимальная фаза имеет два горба: первый наибольший пик — в июле 1989 г., второй — в январе-марте 1991 г.;

— рекордно короткое время переполусовки общего магнитного поля — 6 месяцев, а в 19 цикле — 18 месяцев, в 20-м — 17, в 21-м — 12;

— южная полусфера более активна;

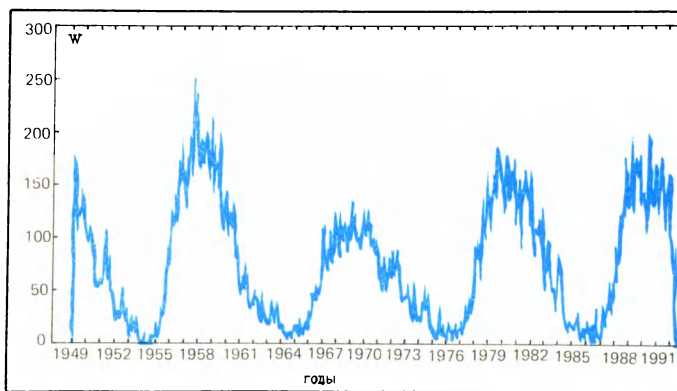


— хотя общее число солнечных вспышек в текущем цикле меньше, чем в предыдущих трех циклах, число мощных солнечных вспышек значительно больше;

— наблюдалась небывалая концентрация больших (с площадью более 1000 миллионных долей полусферы) групп пятен на высоких широтах ($N, S \geq 25^\circ$) и, как следствие этого, исключительно большое число мощных солнечных вспышек на высоких широтах;

— практически все наиболее мощные вспышки произошли в максимальной фазе цикла (обычно такие события происходили на фазе роста и, особенно, на фазе спада).

Можно отметить еще и небывалые периоды концентрации мощных солнечных вспышек (март и октябрь 1989 г., май 1990 г. и особенно июнь 1991 г., когда за 15 дней в одной активной области



произошло столько же мощных вспышек, сколько зарегистрировано за весь 21-й цикл). Число протонных событий в нынешнем цикле намного превысило то, что наблюдалось в предыдущих циклах, а суммарный поток солнечных протонов только за 1989 г. превзошел подобный поток за весь 21-й цикл. Все это указывает на исключительность 22-го цикла. Если правило Гневешева — Оля

справедливо, то следующий 23-й цикл должен быть рекордным по числу пятен или, возможно, нас ждет ситуация, которая сложилась в четвертом и пятом циклах, когда после четного цикла следующий за ним нечетный был очень незначительным ($W=141,2$ и $49,2$ соответственно).

*В. Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН*

Цифры обнадеживают

Вопреки распространенному мнению об уничтожении лесов на земном шаре американский ученый Р. Седжо (фирма «Ресурсы для будущего», Вашингтон) утверждает: площади, занятые лесами в Европе, Северной Америке и бывшем Советском Союзе, за последние сорок лет настолько увеличились, что, интенсивно поглощая двуокись углерода, они

начали реально противостоять «парниковому эффекту». Известно, что растительность и почва содержат около 150 млрд т углерода, т. е. около 80 % всей его «наличности». До сих пор считалось, что сведение лесов приводит ко все большему насыщению атмосферы двуокисью углерода, которая играет главную роль в «парниковом эффекте».

Специалисты по химии атмосферы долго не могли найти объяснение ежегодному «исчезновению» примерно 7 млрд т углерода, который поступает в воздушную оболочку в результате человеческой деятельности. Согласно же выводам Р. Седжо, новые леса умеренной зоны северного полушария (высаженные за последние десятилетия) поглощают из атмосферы не менее 700 млн т углерода в год. Это почти столько же, сколько посту-

пает в воздух вследствие вырубki тропических лесов (автор считает, что эта величина близка к 1 млрд т). Таким образом, по его мнению, загадка «исчезнувшего углерода» недалеко от разрешения.

В ряде областей Европы площади, занятые лесами, начали расширяться еще в начале века. Подобная тенденция сохранилась и в дальнейшем. Так, в Швеции площадь лесов за 50 лет возросла вдвое. Аналогичная ситуация в США: лесистая область штата Нью-Гемпшир, составлявшая недавно половину его территории, ныне заняла 86 % площади. Наибольший же прирост леса, по данным Р. Седжо, — в бывшем Советском Союзе, где лесной покров увеличился за 25 лет более чем на 700 млн га.

New Scientist, 1992, 135, 1829

Киль

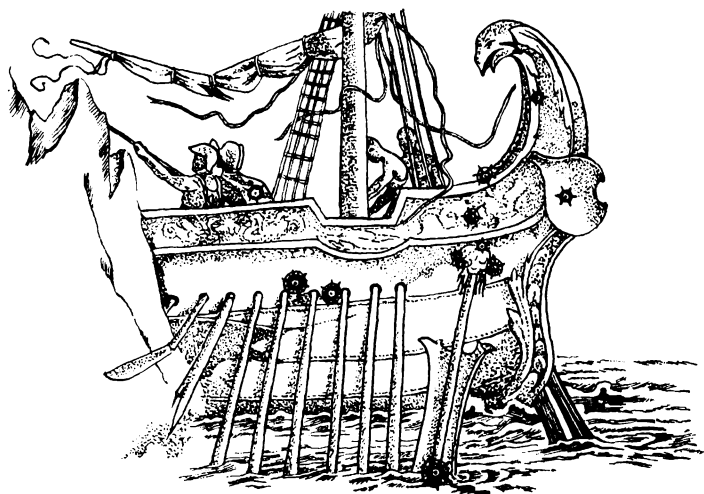
По древнегреческой мифологии путешествие на корабле «Арго» по Понту Евксинскому, как именовалось тогда Черное море, за золотым руном составляет целую эпопею. Потомок рода Эолов Фрикс на волшебном золоторунном баране удалился в Колхиду. Благодарный Зевсу за спасение от смерти, он принес барана ему в жертву, а золотое руно, охраняемое драконом, повесил в священной роще. С тех пор в роду Эолов золотое руно оставалось невозвращенным сокровищем. Ясон, из этого же рода, решил во что бы то ни стало добыть золотое руно.

Пятидесятивесельную триеру для Ясона, отправлявшегося в Колхиду, построил искусный корабельщик Арг Теспийчик, которому помогали будущий кормчий Тифий,

морской бог и прорицатель Главк, а также богиня Афина. Среди аргонавтов были знаменитейшие греческие герои — братья-силачи Кастор и Поллукс, Тезей, зоркий «впередсмотрящий» Линкей, сладкозвучный Орфей, врачеватель Асклепий, сам Арг и многие другие.

В далекое путешествие, полное опасностей и приключений, корабль вышел из фессалийского порта Пагаса.

На острове Лемнос, в женском царстве Гипсипилы, аргонавты покорили мужественных амазонок, в Пропонтиде им пришлось сражаться с шестирукими великанами, во Фракии они избавили царя Финея от хищных гарпий, прилетавших с Плотийских островов, на острове Арея греки спасли сыновей Фрикса, потерпевших кораблекрушение...



Argo Navis (Корабль Арго) из книги «Уранометрия» Иоанна Байера (1654 г.)

В честь этого грандиозного путешествия еще в древности обширные созвездия южного полушария было названо Кораблем Арго. Размеры его настолько велики (около 2 тыс квадратных градусов), что Корабль пришлось расчленить на несколько частей. Одна из них — созвездие Киль с знаменитым Канопусом, самой яркой звездой неба после Сириуса. Еще за двенадцать веков до нашей эры Канопус служил ориентиром для морских путешественников, а сейчас он — ориентир для космических кораблей. Согласно легенде, возвращаясь с победой из под Трои, флот спартанского царя Менелая причалил к египетским берегам недалеко от Александрии. От укуса змеи погиб его любимый флотоводец Канопус. Огор-

ченный Менелай на месте гибели капитана заложил город Канопус (теперь Абу-кир), а сиявшей на горизонте в час гибели флотоводца звезде также присвоил его имя.

Арабы называли эту звезду Сухель или Альсахл, что означает «Бриллиант». Слово это (символ красоты, знаменитости, блеска) даже перешло в название Аравии. И до сих пор кочевники обращаются к звезде как к прекрасной личности, она стала источником многих арабских пословиц, историй и предсказаний. В Сухеле-Канопусе арабы видели красивого юношу, который находился на небе рядом с привлекательнейшей девушкой Альджаузах. Они поженились, но из-за ревности он умертвил ее и бежал на юг. Сестра

юноши аль Авур кинулась за ним вслед, а потом, присев отдохнуть у Млечного Пути, так и осталась на месте, став созвездием Малого Пса. По другой версии, она настигла брата, превратившись в звезду Авиор (ε), и теперь, тоскуя по отчизне, посылает на родину свои лучи.

Вместе с Канопусом светит звезда Ясная (β Miarplacidus — ясный, погожий, тихий). Подобные названия имел и сам Канопус — Pandrosus (увесистый), Terrestris (земной, т. е. низко висящий над горизонтом), Proclus (говорящий), а также Wazn (вес), Gubernaculum (руль) и др.

В Египте Канопус еще именовался Птоlemeоном в честь Птолемея Лагоса, основателя египетской царской династии легидов.

И. И. Неяченко

Информация

Как «обезоружить» озеро Ниос!

Шесть лет назад в Камеруне, на берегу озера Ниос, произошла катастрофа. Поднявшийся из его глубин огромный «пузырь» двуокиси углерода расплылся на 25 км в округе, убивая людей и животных (погибло около 1700 человек). За два года до этого события аналогичное, хотя и не такое крупное бедствие случилось еще на одном небольшом камерунском озере Монун, где погибло 37 человек. Согласно одной из гипотез, смертоносный

газ, долгое время сочившийся из залегающих под дном вулканических пород, накопился в глубинных слоях воды. Когда же вода насытилась газом, достаточно было небольшого толчка, например обильного дождя, чтобы газовое облако было выброшено на поверхность. Опираясь на эту гипотезу, группа ученых под руководством французского вулканолога М. Хальбвакса разработала метод, который позволит избежать подобных катастроф в дальнейшем. Предлагается погрузить в озеро ряд шлангов или труб, по которым нужно откачивать глубинную воду вместе с двуокисью углерода. Как только возникнет сифонный эффект, процесс откачки пойдет самостоятельно. Испытания метода в «модельных» условиях озера Монун, а потом и на

озере Ниос дали хорошие результаты. В течение одного-двух лет подобное выкачивание, как утверждают авторы метода, может полностью решить проблему. Но одна из труб должна оставаться на месте постоянно, чтобы балансировать поступление и предотвратить новое накопление газа.

Однако есть и иное мнение о причине катастрофы: якобы она была вызвана не медленным накоплением углекислого газа, а почти мгновенным извержением подозерного вулкана. Сторонники этой гипотезы считают, что вблизи обоих озер нужно установить сеть специальных приборов, которые регистрировали бы предвестники подобного извержения.

New Scientist, 1992, 134, 1819

Против антинаучных сенсаций

Современные сказки о Луне

А. В. АРХИПОВ

Луна не дает покоя современным любителям чудес. Известно, что на Луне неоднократно замечали и даже фотографировали необычные феномены [Земля и Вселенная, 1991, № 3, с. 76]. Много удивительного о соседке Земли можно прочитать в отечественной уфологической литературе, захлестнувшей сейчас лотки уличных торговцев. Из нее неискушенный читатель узнал о летающих тарелках, встречавших на Луне американских астронавтов, об инопланетных эскортах кораблей «Аполлон», «цветных траншеях» и прочих диковинках. Отделить правду от вымысла очень непросто, но весьма полезно. Это и попытался сделать сотрудник нового Научно-исследовательского института по изучению аномальных явлений (НИИЯ) г. Харькова А. В. Архипов.

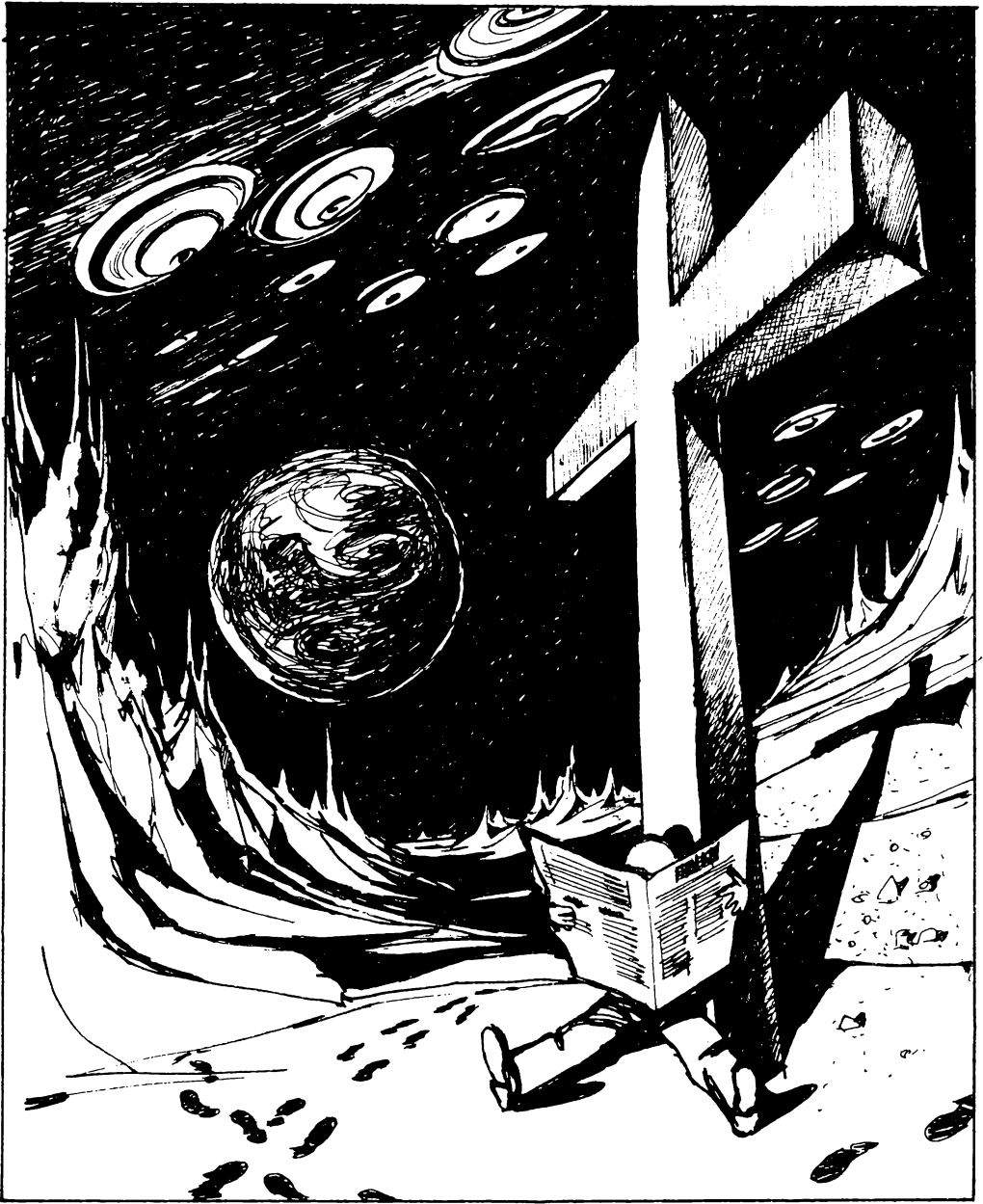
Обычно авторы сенсационных материалов об НЛО или не утруждают себя ссылками на источники информации, или ссылаются на другие уфологические издания. Сам первоисточник установить весьма трудно. Но если это все же удастся, то ознакомившись с исходным текстом (почти всегда зарубежного издания), становится понятным происхождение сомнительных заявлений. Как правило, рождение очередного мифа весьма сходно с игрой «испорченный телефон». Например, где-то за рубежом появляется научно-популярная статья о Луне или просто газетно-журнальная «утка». Затем материал многократно перепечатывается в различных уфологических изданиях, искажается и обрастает новыми подробностями. Наконец, одна из таких публикаций попадает в нашу стра-

ну и начинает «гулять» по газетам, журналам, бюллетеням, дайджестам. В результате информация изменяется до неузнаваемости и вводит в заблуждение доверчивых читателей...

ЭСКАДРИЛЬИ НЛО

Три десятка лет назад прекрасный американский научно-популярный журнал «Sky and Telescope» (1963, № 6, 26, с. 316—317) опубликовал статью о том, как в ночь с 29 на 30 октября 1963 г. Дж. А. Гринакр и Э. Барр в 24-дюймовый рефрактор Обсерватории Ловелла наблюдали три неподвижные цветные пятна в районе кратера Аристарх. Вот что говорилось в статье:

«В 6 ч 50 мин я отметил красновато-оранжевый цвет на куполообразной структуре в юго-западной части



Головы Кобры. Почти одновременно увидел малое пятно того же цвета на вершине холма, вытянувшегося вдоль Долины Шрётера. Не было других окрашенных пятен до 6 ч 55 мин вечера, когда я наблюдал вытянутую розовую полосу вдоль внутренней юго-западной части вала Аристарха... Приблизительно в 7 ч 00 мин пятна у Головы

Кобры и на холме у Долины изменили цвет на светлорубиново-красный... Мне казалось, что я смотрю в большой полированный кристалл рубина, но не могу видеть сквозь него... В 7 ч 05 мин стало очевидно, что окраска исчезает... Пятна нельзя было видеть без светофильтра до их исчезновения в 7 ч 15 мин.».

Размеры пятна у Головы Кобры были оценены в 1,5×5 миль (2,4×8 км). Далее следовал одобрительный комментарий директора обсерватории Дж. С. Холла. Случай этот считается классическим в научной литературе о кратковременных лунных явлениях. Позже Дж. А. Гринакр и Э. Барр еще раз стали свидетелями подобно-

го феномена («Sky and Telescope», 1964, № 1, 27, с. 3): «Они увидели еще одно цветное пятно в той же части Луны 27 ноября 1963 г. Это образование, подобно другим, казалось рубиново-красного цвета, согласно м-ру Гринакру. Оно было больше, чем предыдущие, — около 12 миль в длину и 1,5 миль шириной, на валу Аристарха... Четыре наблюдателя видели это пятно в 24-дюймовый рефрактор, включая Джона С. Холла и Фрэда Дангана...» Явление отметил и П. Бойс в 69-дюймовый телескоп той же обсерватории. А известный астроном К. Томбо приблизительно тогда же видел красное пятно на западном краю Головы Кобры.

Увы, неразбериха возникла еще на стадии публикации этих сообщений в научной литературе. В. С. Камерон в своем списке кратковременных лунных явлений (Icarus, 1972, № 2, 16, с. 339—387), замеченных в районе Аристарха, описала событие 30 октября 1963 г. так: «Рубиново-красные пятна (3 шт.), яркое сверкание, движение (молния?). Розовый цвет на валу...» Откуда же появилась информация о движении? Ссылка дана не на известную публикацию Дж. А. Гринакра, а на персональное сообщение Дж. Уэстфалла, который сам феномен не видел, но пересказал некие наблюдения, сделанные Бьюдином, Фэрреллом и Джэмисоном в Нью-Йорке при посредственных условиях видимости. Через несколько лет в «Каталоге кратковременных лунных явлений» (NASA, Гринбелт, июль 1978 г.) В. С. Камерон все же сослался на статью Дж. А. Гринакра, не упоминаемая более Дж. Уэстфалла. Интересно, что авторы «Хронологического каталога известных лунных событий» (Б. М. Миддлхерст и др., NASA, Вашингтон, июль

1968 г.) движения пятен не упоминают вовсе, отсылая читателя к статье Дж. А. Гринакра и сообщению... В. С. Камерон!

В уфологических же изданиях сообщения очевидцев превратились в настоящую сказку. Так книга Б. А. Шуринова «Парадокс XX века» (М.: Международные отношения, 1990, с. 50—51) содержит уже совсем иную версию событий: «Известный антитарелочник др-р Джеймс Гринакр признает, что в 1963 г. он и четверо других астрономов из Флэгстафской обсерватории (Аризона, США) наблюдали на Луне 31 (!) подвижный светящийся объект гигантских размеров (5 км × 300 м). Объекты перемещались в строгом построении. Между большими объектами передвигались маленькие (диаметром 150 м).» Отметим: в телескоп заметит круглую форму 150-метровых тел на Луне просто невозможно (их угловые поперечники были бы всего 0,077"). Показательно, что Б. А. Шуринов предпочел не отвечать на мой запрос об источнике своей информации. Отсутствие ссылки, однако, не смутило других. Еще из рукописи «Парадокс XX века» история о десятках лунных летающих тарелок перешла в книгу эмигранта из СССР С. Шульмана «Инопланетяне над Россией» (Нью-Йорк, Эрмитаж, 1985 г.), впоследствии перепечатанной у нас Профиздатом в 1990 г. Эта же сказка была перенесена и в монографию Г. К. Колчина «НЛО. Факты и документы» (Л.: Географ. общ-во СССР, 1991, с. 120). Причем, в последнем издании, после изложения мифа неожиданно следует ссылка на... меня. Познакомившись с лихую историю и журналист А. Гаков («Кочевники космоса», Л.: 1990, № 1, с. 20), и наш «главный» уфолог В. Г. Ажажа (Рабо-

чая трибуна, 1992, № 49 (602), с. 6). Миф даже еще раз вырвался за рубеж и опять вернулся к нам в виде перевода книги болгарского журналиста Д. Деляна с претенциозным названием «Серьезно о НЛО» (М.: изд-во МАИ, 1991, с. 185)!

УФОЛОГИЧЕСКИЙ КРЕСТ

Стоит рассказать и о другом распространенном мифе — «мальтийском кресте» на Луне. Началось все в 1959 г. с публикации в «Sky and Telescope» (№ 8, с. 414) невинной заметки «Лунная редкость»:

«Область на Луне к северо-западу от кратера Буллиальд богата низкими гребнями и малыми неправильными образованиями. По мере восхода солнца, вид деталей там меняется прямо на глазах наблюдателя, и появляются многие интересные конфигурации.

Роберт Е. Куртисс из Аламогордо (Нью-Мексико) заснял такое явление ночью 26 ноября 1956 г. На 16-дюймовом рефлекторе системы Ньютона он вел пробную съемку 35-миллиметровой кинокамерой на скорости от 48 до 24 кадров в секунду. После проявления пленки он заметил крест в холмистой местности к северо-западу от кольцевой равнины Фра Мауро.

Уолтер Х. Хаас, директор Ассоциации наблюдателей Луны и планет, полагает, что этот крест может состоять из освещенных горных отрогов или хребтов, и явление могло быть весьма кратковременным, исчезающим при освещении низких склонов. Желющие подтвердить существование этой детали должны учитывать, что она, вероятно, будет видна только при условии почти такого же освещения, как было во время съемок мистера Куртисса».

Действительно, «крест» располагался у самого терминатора и был, несомненно, деталью лунного рельефа. Вскоре нашли еще один «крест». Но уфологи по привычке предпочли принять курьезную деталь за НЛО. Например, в книге Д. Деляна «Серьезно о НЛО» без тени сомнения говорится: «В каталоге лунных аномалий, опубликованном NASA в 1968 г., приведено 579 самых загадочных наблюдений, выполненных в течение четырех веков и не получивших до сих пор приемлемого объяснения. Представляет интерес наблюдавшийся 26 ноября 1956 г. большой светящийся «мальтийский крест»...» (с. 185). Обратившись же к самому «Хронологическому каталогу известных лунных событий», мы не обнаружили там никаких упоминаний о «кресте» или о каком-либо кратковременном лунном явлении в указанную дату. Впрочем, не только Д. Делян ссылается на каталог, который не видел. Тем же грешит и А. Шнайдер, автор книги «Пришельцы из космоса» (Фрейбург, 1976), а на него часто ссылается Г. К. Колчин. Наконец, сам директор «Союзуфоцентра» В. Г. Ажажа внес свою лепту в создание информации 1957 г. астрономы наблюдали странное световое явление — вдруг на поверхности Луны вспыхнул гигантский крест. Ему даже дали название «мальтийский» («Возможно, «тарелки» и в самом деле стартуют с Луны», Рабочая трибуна, 1992, № 49 (602), с. 6). Как видим, писание понаслышке ведет к ошибкам и дезинформации читателя.

БОЙ С ТЕНЬЮ

В 1912 г. американский журнал «Popular Astronomy» (20, с. 398—399) опубликовал сообщение Ф. Б. Харриса «Пекулярное явление на Лу-

не» о феномене, очевидцем которого он стал 27 января 1912 г.: «... Я был удивлен видом левого рога (лунного серпа — Авт.), обнаружившего присутствие интенсивно черного теда приблизительно в 250 миль длиной и 50 шириной, принимая во внимание, что между вершинами рогов 2000 миль. Феномен был совершенно черным, как знаки на этой бумаге, и по форме подобен висящей в воздухе вороне...». Наблюдатель не отметил движения темного силуэта относительно Луны. Объект наблюдался приблизительно 3 ч 30 мин пока позволяли облака. Не станем обсуждать интерпретацию и достоверность этого сообщения. Обратим внимание лишь на искажение оригинальной информации в уфологической литературе. У Г. К. Колчина читаем: «В 1912 г. американский астроном Харрис наблюдал темный объект диаметром около 50 миль, двигавшийся вокруг Луны, причем было видно, как его тень перемещалась по поверхности Луны» (с. 119). Здесь подчеркнуты «нововведения», лежащие на совести современных сказочников. А в дайджесте «НЛО: за и против» (вып. 2, сб. 1, Гомель: ФЕНИД, 1990, с. 70) содержится более искаженная версия: «В 1912 г. американский астроном Харрис сообщил, что он наблюдал за большим объектом диаметром примерно 80 км. Он летел над Луной и был отчетливо виден. Причем объект летел так низко над лунной поверхностью, что астроном даже видел его тень». Увы, в первоисточнике не упоминается ни движение, ни тень от объекта... Примечательно, что и Г. К. Колчин, и дайджест ссылаются на одну и ту же книгу А. Шайдера «Пришельцы из космоса».

Еще один пример. Известный немецкий планетолог И. И. Шрётер в своем труде

«Селенографические ... очерки для подробного познания лунной поверхности, происшедших на ней перемен, и атмосферы» (Гёттинген, 1791, с. 592—595) описал необычный феномен: «... Когда я наблюдал утром 15 октября 1789 г. ночную сторону Луны, ... приблизительно; но после 5 ч на темном диске возник, насколько я мог заметить при такой неожиданности и быстроте, в центре Моря Дождей мгновенный световой поток, состоявший из множества маленьких светлых искр, имевших такой же яркий белый цвет, как и освещенная дневная часть Луны. Они (искры — Авт.) были расположены по прямой линии вдоль направления на север на фоне северной части Моря Дождей и прилегающих лунных равнин и двигались дальше по пустому полю зрения. Когда этот поток достиг половины своего пути, то южнее места, где он возник, и немного восточнее, появился второй такой же световой поток: маленькие белые светлые искры, двигавшиеся в том же направлении и исчезнувшие из поля зрения... По карманным часам я определил время прохождения каждого потока от места появления до края поля зрения телескопа. Оказалось 2 с, а общая продолжительность явления — 4 с, после чего я не видел никаких следов потоков... Поле зрения телескопа имеет диаметр 9', так что путь, пройденный потоками, был около 5' ...». Сам наблюдатель считал феномен атмосферным явлением. Но вот как этот же случай пересказан в книге Г. К. Колчина «НЛО. Факты и документы» (с. 119) после не менее четырех перепечаток и переводов оригинального текста И. И. Шрётера с немецкого языка на английский, а с английского — на русский: «В 1875 г. астроном Шрётер наблюдал на Луне светящееся пятно,

двигавшееся по прямой линии из Моря Дождей на север. Второе такое же пятно появилось на юге. Расчетная скорость движения относительно поверхности Луны составляла 63 мили/ч».

Здесь уже больше вымысла, чем правды.

Мифическими тенями на лунной поверхности от НЛО пытается удивить нас и В. Г. Ажажа в уже цитированной статье «Возможно, «тарелки» и в самом деле стартуют с Луны»: «Наконец, последняя новость. Я узнал о ней в Японии в ноябре 1991 г. на международном симпозиуме «Космос и НЛО». Японские уфологи передали мне видеофильм. Он длится не более десяти минут, но снимали запечатленные на пленке события несколько лет с помощью 800-кратного телескопа. За это время исследователю Я. Мицусиме удалось буквально подкараулить пролет над Лунной материальных тел. На экране они видны как некие светящиеся сферы, которые отбрасывают тень на поверхность...». К счастью, этот фильм неоднократно показывали по российскому телевидению (передача «НЛО: необъявленный визит», 16 июня 1991 г.; «Под знаком л», 6 июня 1992). Действительно, студент Токійского государственного университета Иссуо Мицусиме продемонстрировал по японскому телевидению видеозаписи, на которых видно, как лунный диск пересекают движущиеся темные пятна с размытыми краями и один светлый объект. Но эти образования двигались равномерно и прямолинейно, поэтому можно предположить, что объекты скорее всего находились в земной атмосфере (например, тополиный пух). С такими «чудесами» знаком каждый наблюдатель Луны. Заметим, что на телеэкране появлялось либо только темное

пятно, либо светлое. Не было ни одного случая, когда светлый объект сопровождался бы темным пятном своей тени на поверхности Луны.

ТЕХНОЛОГИЯ ОБМАНА

Примеров подобных «сказок» можно привести гораздо больше. Но уже сейчас видна технология мифотворчества: некритическое, небрежное обращение с информацией из ненадежных источников, излагающих лишь результаты многократных перепечаток и пересказов оригинальных сообщений. По-видимому, новые сказки и варианты старых легенд будут продолжаться появляться и впредь. Как распознать такие истории? Как отличить вымысел от правды? В этом могут помочь характерные признаки «испорченной» информации:

1. Отсутствие подробной ссылки на **первоисточник**, доступный для проверки (в лучшем случае упоминаются лишь пересказы в популярных изданиях или «персональное сообщение» лица, излагавшего событие понаслышке).

2. Дефицит данных о времени, месте события, личности очевидца, что затрудняет проверку достоверности информации (обычно называются лишь год, страна, фамилия без инициалов).

3. Сенсационное, но краткое и обобщенное деталями изложение события.

4. В различных изданиях варианты события существенно отличаются друг от друга.

Чем больше этих признаков замечено в сенсационном материале, тем осторожней следует быть читателю. Кстати, указанным критериям соответствует популярная легенда об инопланетных кораблях, встречавших первыми людьми на Луне. Действительно, мне так и не удалось разыскать первоисточник о

фразе, якобы сказанной Н. Армстронгом на Луне: «О Бог, вы не поверите!.. Я говорю вам, что здесь другие космические корабли... находятся на противоположном краю кратера... они на Луне наблюдают за нами» (цитируется по книге Д. К. Уилсона «Наш загадочный космический корабль Луна». Лондон, Svia Bux Limited, 1976, с. 48). В уфологической литературе часто ссылаются на... анонимных радилюбителей, перехвативших этот фрагмент переговоров с Землей (см., например, газету «Аномалия». Л.: 1990, № 1, с. 4—5). Д. К. Уилсон ссылается на сотрудника NASA Отто Биндера, который, между прочим, писал: «Это невероятное сообщение, понятно, не было подтверждено NASA или официальными лицами. **Мы не можем ручаться за его достоверность...**». Но В. Г. Ажажа и Г. К. Колчин продолжают удивлять доверчивых читателей леденящим душу рассказом.

Наконец, рассмотрим свежий пример сказки о Луне. 17 октября 1989 г. газета «Нью-Йорк Таймс» опубликовала сенсационный материал о том, что американские астронавты сфотографировали на поверхности Луны след босой ноги и человеческий скелет. Заметка была перепечатана многими изданиями мира. Вот и у нас эту историю можно найти в сборнике «НЛО. Истоки истины» (под ред. В. И. Авинского, Самара, 1991, с. 54—55). Заявил об «открытии» отнюдь не один из американских уфологов, а... китайский астрофизик Канг Мао-Канг на конференции журналистов в Пекине, сославшийся на «надежный источник в США». Почему именно китайскому ученому якобы удалось раздобыть «более тысячи фотографий NASA с отпечатками босой человеческой ноги и

скелетом», хотя «американцы, по-видимому, считают, что больше никто в мире не вправе владеть этой информацией»? Не потому ли, что это затруднит проверку достоверности сомнительной истории? Вероятно поэтому, другая газета — «Курьер» (г. Вена) — в номере от 30 августа 1990 г. ссылается уже не на Канг Мао-Канга, а на астрофизика из Москвы

Георгия Шакалова. Я пытался навести о нем справки среди московских астрономов. Разумеется, безрезультатно... Между прочим, версия венской газеты разительно отличается от вышеизложенной легенды. Речь идет лишь о снимке отпечатка шестипалой, как бы детской, ноги инопланетянина, высадившегося на Луну 300 тыс. лет назад. Сам снимок якобы

сделан в 1972 г. экипажем «Аполлона-17». Как видим, налицо все характерные признаки очередной сказки...

Хочется надеяться, что предложенные критерии помогут любителям необычного отличать правду от вымысла.

(Рисунок Ю. В. Тимофеева)

НОВЫЕ КНИГИ
ИЗДАТЕЛЬСТВА
«НАУКА»

Главное о рождении звезд



В 1992 г. в серии «Проблемы науки и технического прогресса» вышла научно-популярная книга В. Г. Сурдина и С. А. Ламзина «Протозвезды» (с подзаголовком «Где, как и из чего формируются звезды»). Являясь профессиональными астрофизиками, авторы, к счастью, не забыли годы своей работы в астрономических кружках, и поэтому вполне естественным представляется их необычное обращение

к читателям: «Пожалуйста, поменьше читайте научно-популярных книг по астрономии, ибо

предмет, которому они посвящены, у вас над головой, а методы его исследования чаще всего так просты, что при известном желании доступны вам вполне. Мы просим вас, отложите эту книгу, возьмите в руки бинокль, хотя бы театральный, и идите на улицу или на балкон».

Последовав совету авторов, читатели, разумеется, еще с большим интересом и пользой для себя прочитают книгу о рождении звезд, содержащую весьма информативный обзор важнейших проблем звездной космологии.

Восприятие трудного материала достигается благодаря выбранному авторами историческому подходу (от древних мифов о звездах — к самым современным гипотезам и теориям, которые, по-видимому, в ближайшее время будут уточнены новыми данными, полученными, например, с телескопом им. Хаббла), хорошему стилю изложения, разумному использованию формул, продуманному подбору справочных сведений (таблицы) и иллюстраций (фотографии и оригинальные схемы).

Проксима Центавра — периодическая переменная

Ближайшая к Солнцу звезда Проксима Центавра — это красный карлик, расположенный от нас всего в 4 св. годах. Строгую периодичность в изменении блеска этой звезды открыл сотрудник МакДональдской обсерватории в штате Техас (США) Дж. Бенедикт, проводивший наб-

людения с помощью космического телескопа им. Хаббла. Было установлено, что яркость Проксимы Центавра снижается на 1 % и затем восстанавливается каждые 42 суток. Среди красных карликов того типа, к которому принадлежит Проксима, есть и такие, чья светимость изменяется сильнее. Но обычно периодичность этих вариаций не превышает нескольких суток, так что период колебаний Проксима Центавра можно считать своего рода рекордом.

Теоретики объясняют это явление «звездотрясением» — чем-то аналогичным солнечным пятнам, связанным со вспышками на поверхности светила. Вращаясь, звезда, в том числе и наше Солнце, иногда поворачивается к наблюдателю «чистой»

стороной, а иногда ее полусфера покрыта пятнами, что приводит к изменениям яркости. Однако с Проксимой Центавра дело, очевидно, обстоит иначе: вариации ее блеска обладают слишком длинным периодом для этого. В чем причина — пока еще не ясно.

Дж. Бенедикт призвал астрономов всего мира чаще производить наблюдения нашего «беспокойного соседа». Сам он хочет проверить, нет ли во вращении загадочной звезды некоего биения, которое может быть вызвано притяжением невидимой нам планеты. Если такая планета имеет массу порядка массы Юпитера, то обнаружить ее, в принципе, невозможно.

New Scientist, 1992, 135, 1840

Малое предприятие «О. С. С. Астро» принимает заказы на:

- расчет оптических систем любой сложности;
- изготовление с высокой степенью точности оптических компонентов для рефлекторов Ньютона, Кассегрена, Ричи-Кретьена, Максудова, Шмидта и др., для рефракторов и фотографических объективов;
- изготовление механических деталей и узлов для телескопов и камер;
- нанесения отражающих, просветляющих и защитных покрытий на оптические элементы телескопов;
- изготовление интерференционных светофильтров;
- гиперсенсбилизацию водородом фотоматериалов для астрофотографии.

Более детальную информацию вы можете получить, написав по адресу:

125319 Москва, Шебашевский пр-д., д. 8, кор. 2 кв. 113,
«О. С. С. Астро»

Наблюдаем Солнце

Об этом рассказывает любителям астрономии Н. Н. Степанян в книге «Наблюдаем Солнце» (1992 г.).

В кратком введении к книге автор напоминает читателям основные сведения о Солнце и отмечает, что «несмотря на большие успехи современной астрофизики, Солнце не раскрыло еще всех своих секретов, так что поле деятельности и для специалистов, и для любителей астрономии поистине неограниченное».

Первая глава книги — «Оборудование» содержит полезные для любителей астрономии сведения о телескопах (рефракторах и рефлекторах), следящих системах (параллактическая установка телескопа и целостат), приемных устройствах (экран, фотокамеры), приборах для спектральных наблюдений (спектрограф, светофильтры).

Вторая глава называется «Оценка возможностей телескопа». Она помогает любителю астрономии определить характеристики своего телескопа.

Третья глава — «Наблюдения Солнца в белом свете» содержит ряд инструкций, необходимых для безопасных и грамотных наблю-



дений и для выполнения простейшей обработки наблюдательного материала (зарисовка Солнца на экране, определение координат и площадей пятен и факелов, определение чисел Вольфа, наблюдение эффекта Вильсона, изучение вращения Солнца и собственных движений пятен, изучение тонкой структуры пятен и эволюции активной области).

Монохроматическим наблюдениям Солнца посвящена четвертая глава книги. Она представляет интерес для тех, кто имеет возможность наблюдать Солнце в свете красной линии водорода

H₂. Тогда становятся доступными наблюдения такие явления в атмосфере Солнца, как вспышки и протуберанцы.

«Спектральные наблюдения Солнца» — название пятой главы. Автор знакомит читателей с основными сведениями о спектре Солнца и методами определения дисперсии спектрографа, спектральными наблюдениями пятен.

В главе шестой («Фотометрия и спектрофотометрия») рассказывается об определении яркости отдельных деталей изображения Солнца и солнечного спектра по фотографическим наблюдениям.

О наблюдениях солнечных затмений читатели узнают из седьмой главы.

Заключительная (восьмая глава) называется «Тематика и организация любительских наблюдений». В ней, в частности, приведены три примера работы любителей астрономии в коллективах — Астрономическая лаборатория Артека (руководитель Ю. Д. Онищенко), Юношеская астрономическая обсерватория, Станция юных техников г. Симферополя (руководитель В. В. Мартыненко) и Санкт-Петербургское молодежное научное объединение «Земля и Вселенная» (руководители А. А. Тронь и О. А. Друговой).

Приложения к книге включают координатные сетки, эфемериду для физических наблюдений Солнца и разнообразный иллюстративный материал (фотографии Солнца, различных его деталей, спектры и т. д.).

Нижегородский кружок любителей физики и астрономии (год основания 1888) совместно с кафедрой астрономии Нижегородского педагогического института и фирмой «Робут» готовят к выпуску.

«Астрономический календарь для всех» на 1994 г.

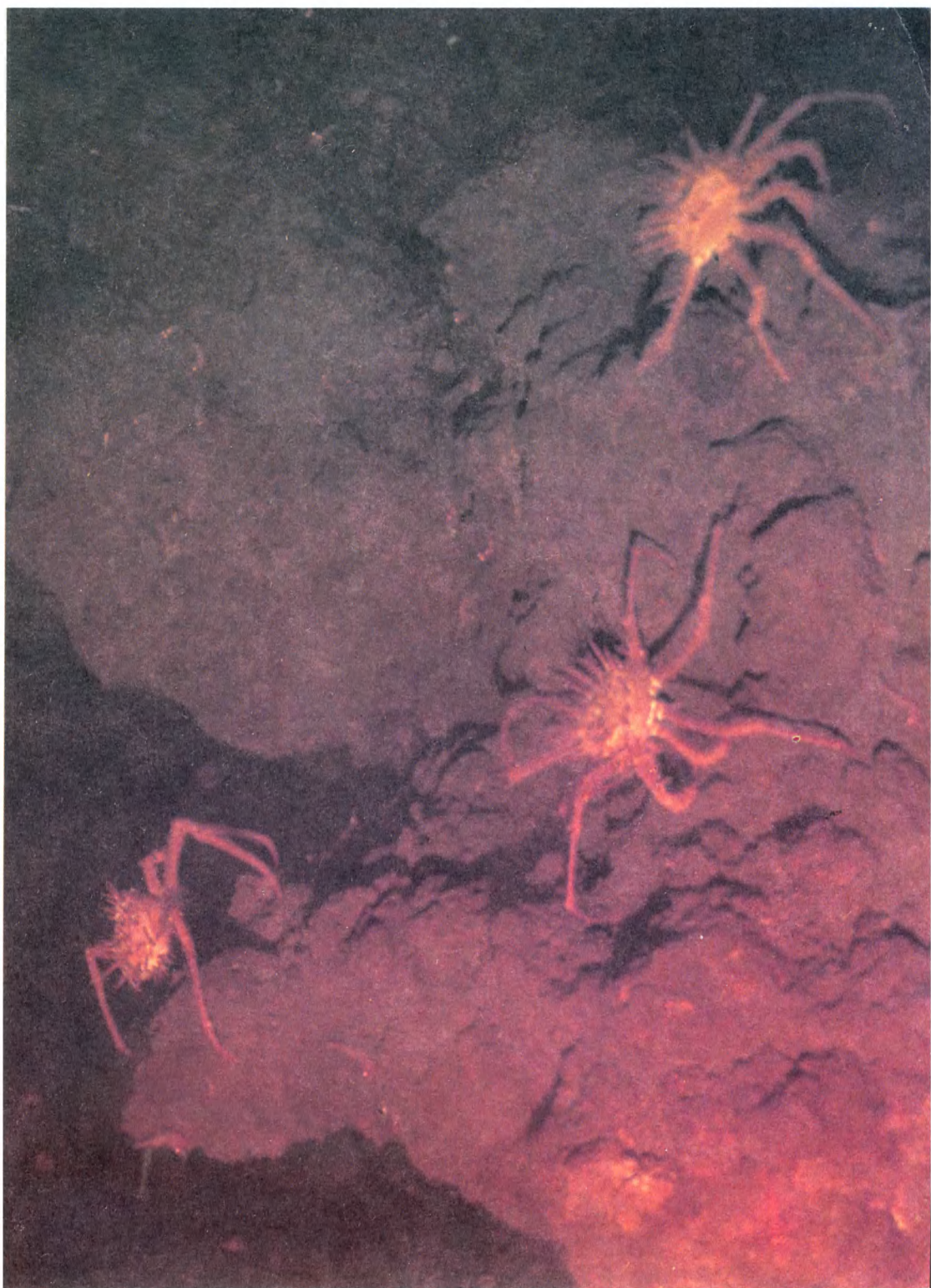
Интерес к астрономическим явлениям присущ каждому современному человеку. Однако в стране не было издания, призванного помочь даже самому далекому от астрономии человеку, пронаблюдать и объяснить любое астрономическое явление.

Содержание и структура «Астрономического календаря для всех» будет значительно отличаться от уже выходящих и известных читателям «Астрономического календаря (переменная часть)» и «Школьного астрономического календаря». Помимо сведений, содержащихся в любом астрономическом ежегоднике (данные о Солнце, Луне, планетах и т. д.) и приводимых отдельно на каждый месяц года, в календаре будут сведения постоянного характера, различные вспомогательные таблицы, рекомендации к проведению астрономических и фенологических наблюдений, координаты городов, приметы погоды, карты звездного неба на полночь середины каждого месяца и другие полезные сведения.

Наш астрономический календарь — это издание для всех — от любителей астрономии до домохозяек. В нем Вы можете разместить свою рекламу и объявления.

Предварительные заявки принимаются по адресу: 603000, Нижний Новгород, почтамт, а/я 24, НКЛФА (Ниж АГО).

Помните, тираж календаря зависит от числа предварительных заявок.





«НАУКА»
ЦЕНА 15 Р.
ИНДЕКС 70336