

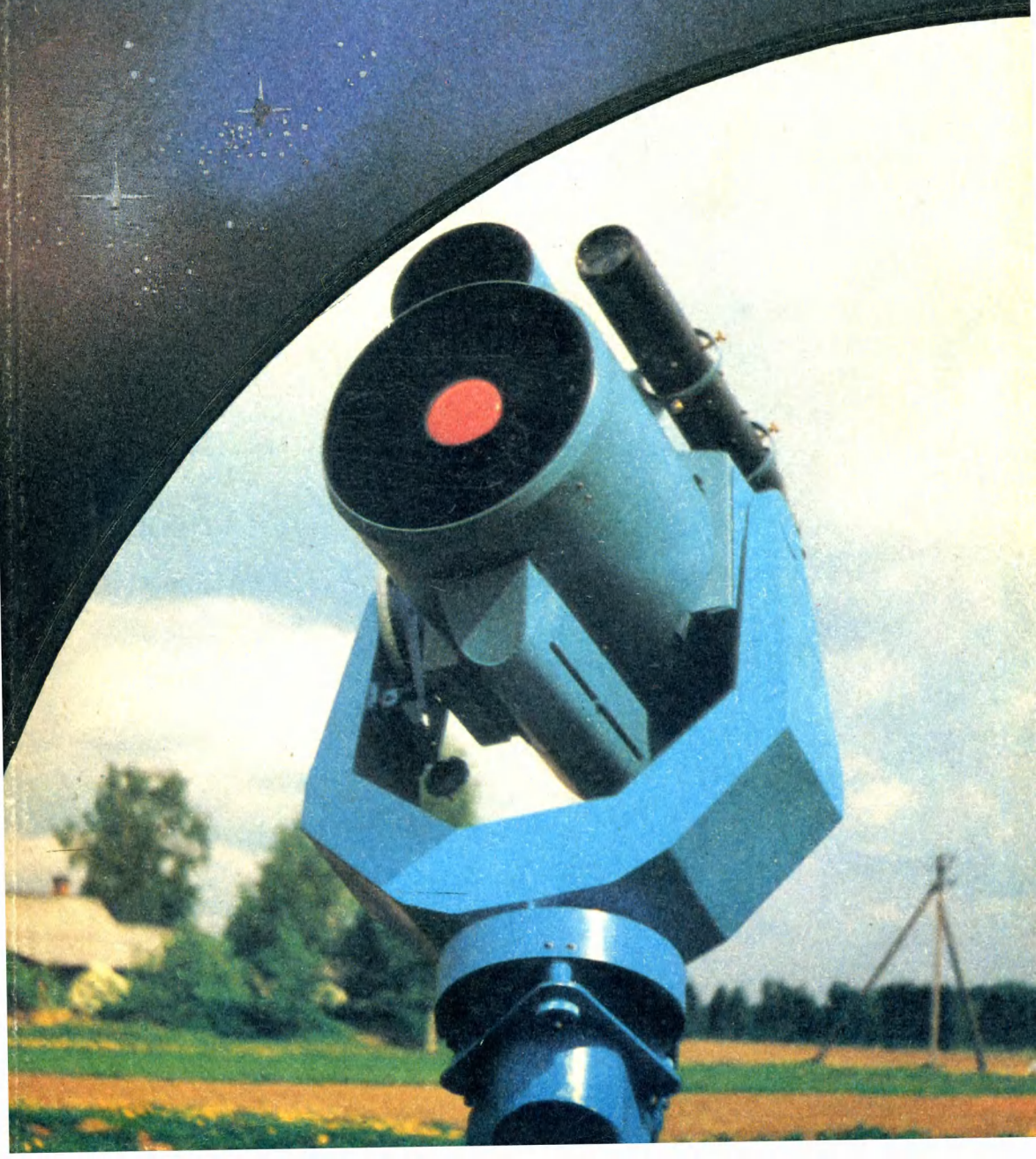
ЗЕМЛЯ НОЯБРЬ-ДЕКАБРЬ 6 /93

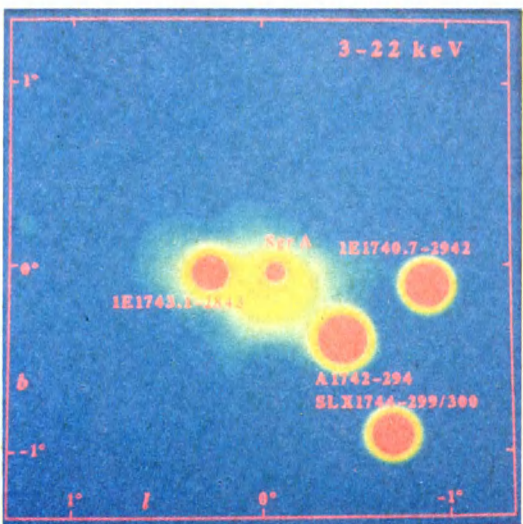
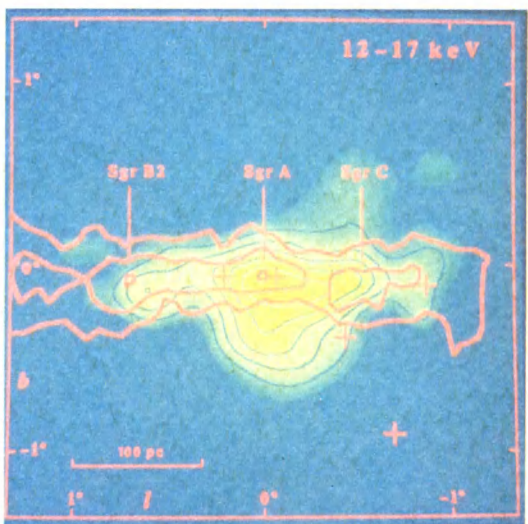
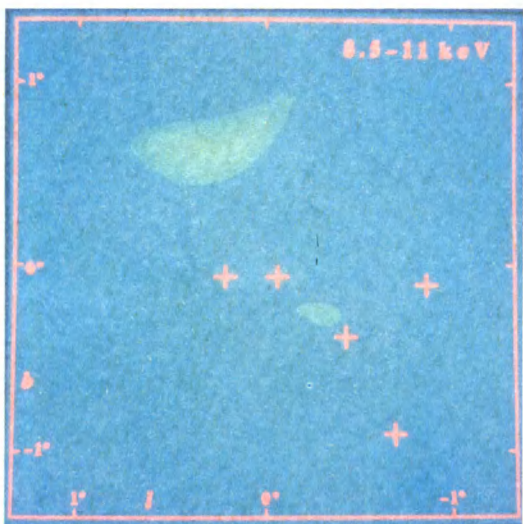
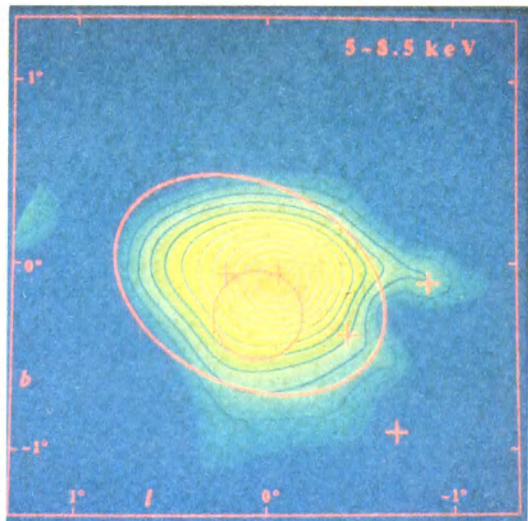
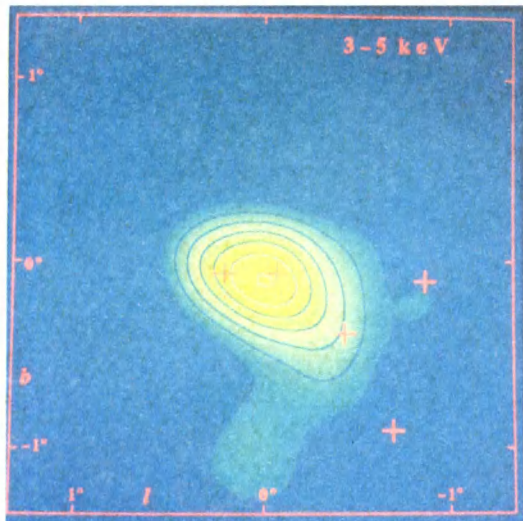
И

ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ISSN 0044-3948





Диффузный источник вблизи Галактического центра в разных энергетических поддиапазонах. Компактные источники, заметные на нижнем рисунке, из изображения удалены. Видно, что карта поверхностной яркости излучения имеет разную форму в «мягком» и «жестком» поддиапазонах. По вертикальной оси отложена галактическая широта, по горизонтальной — долгота

Карта, полученная в диапазоне энергий 3—22 кэВ осенью 1990 г. Наряду с компактными объектами, вблизи центра Галактики виден яркий источник диффузного излучения. На верхних иллюстрациях он был «вычтен» из изображения. По осям отложены галактические широта и долгота в градусах

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. ПАЛЕЯ

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. СПАСКИЙ

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 ГРЕБЕНЕВ С. А., МАРКЕВИЧ М. Л., ПАВЛИНСКИЙ М. Н., СЮНЯЕВ Р. А. Рентгеновский телескоп АРТ-П на борту обсерватории «Гранат»

13 ГРОМОВ В. В. «Марсоход» и его испытания в пустыне Мохаве
19 ПЕТРОВА Г. Н. Геомагнитное поле отражает процессы в ядре Земли

24 КОЗЕНКО А. В. Теория фигуры планет

30 РЫХЛОВА Л. В. Проблемы космического мусора

ЛЮДИ НАУКИ

39 КАЧУР П. И. Пионеры ракетной техники. Константин Иванович Константинов

45 ПЧЕЛОВ Е. В. Франческо Гримальди (к 375-летию со дня рождения)

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

48 КСАНФОМАЛИТИ Л. В. Путь к Сверхразуму?

56 РОДЖЕР КЕРАДЖОЛИ. Что стоит за мифом о «красном Сириусе»

59 АРХИПОВ А. В. Археология Луны: наука XXI века

63 СТРУНИНА М. Д. Где находятся «верьхи Рифейски»?

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

67 ОСИПКОВ Л. П., СУРДИН В. Г., ЦИЦИН Ф. А. Международная конференция в Карелии

70 ЗАСОВ А. В. Обсуждается подготовка астрономических кадров

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

73 ЧАРУГИН В. М., БАКСАНСКИЙ О. Е. Место человека во Вселенной

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

79 БРОНШТЭН В. А. Восстанавливая страницы истории. Очерк девятый. Дмитрий Обломиевский

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

87 ОСТАПЕНКО А. Ю. Звездный ларец. Ноябрь—декабрь

93 ТЕЙФЕЛЬ В. Г. Это случается раз в десять миллионов лет, но мы сможем это увидеть

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

96 БЕКЯШЕВ Р. Светосильный рефлектор Кассегрена

ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

99 НЕЯЧЕНКО И. И. Корма

100 НЕЯЧЕНКО И. И. Компас

КОСМИЧЕСКАЯ ПОЭЗИЯ

102 НИКОЛАЙ ГУМИЛЕВ

ФАНТАСТИКА

104 ДЖОЗЕФ М. Лихорадочный бред

Заведующая редакцией

Г. В. МАТРОСОВА

Зав. отделом астрономии

Э. А. СТРЕЛЬЦОВА

Зав. отделом наук о Земле

Э. К. СОЛОМАТИНА

Зав. отделом космонавтики

А. Ю. ОСТАЛЕНКО

Художественный редактор

Н. А. БИТЮКОВА

Литературный редактор

Е. А. НИКИТИНА

Младший редактор

И. В. ЗОТОВА

Корректоры:

В. А. ЕРМОЛАЕВА

Л. М. ФЕДОРОВА

Обложку журнала оформила

Н. А. БИТЮКОВА

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: 32-сантиметровый (1:7,29) рефлектор системы Кассегрена, построенный любителем астрономии из Санкт-Петербурга Р. Х. Бекашевым (к статье на с. 96)

На 2-й стр. обложки: Рентгеновские источники вблизи центра нашей Галактики. Изображения получены телескопом ART-P на борту российской орбитальной обсерватории «Гранат» (к статье С. А. Гребенева и др.)

На 3-й стр. обложки: Орбитальная рентгеновская обсерватория «Гранат», запущенная 1 декабря 1989 г., завершает четвертый год своей чрезвычайно результативной работы в космосе (к статье С. А. Гребенева и др.)

На 4-й стр. обложки: Макет марсохода, созданный учеными и конструкторами России, во время испытаний в США. Вверху: марсоход преодолевает препятствия на каменной местности. Внизу: российские испытатели у макета (к статье В. В. Громова)

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 USSR Academy of Sciences and the USSR 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.

In this issue:

- 3 GREBENEV S. A., MARKEVICH M. L., PAVLINSKIY M. N., SYUNYAEV R. A. The X-ray telescope ART-P on board the Granat observatory
- 13 GROMOV V. V. The «Marsokhod» and its testing
- 19 PETROVA G. N. The geomagnetic field reflects the processes in the core of the Earth
- 24 KOZENKO A. V. The theories of the figure of planets
- 30 RYKHOVA L. V. Problems of the cosmic waste

PEOPLE OF SCIENCE

- 39 KACHUR P. I. Pioneers of the rocket-building. Konstantin Ivanovich Konstantinov
- 45 PCHELOV E. V. Francesco Grimaldi (to the 375th anniversary)

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 48 KANFOMALITI L. V. The way to Superintelligence?
- 56 RODGER KERADGOLI. What stands behind the myth about the "red Sirius"?
- 59 ARKHIPOV A. V. The archeology of the Moon: the science of XXI century
- 63 STRUNINA M. D. Where are the «tops Ripheans»?

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 67 OSIPKOV L. P., SURDIN V. G., TSITSIN F. A. An international conference in Karelia
- 70 ZASOV A. V. We discuss the preparation of astronomical personnel

PHILOSOPHICAL PROBLEMS

- 73 CHARUGIN V. M., BAKSANSKII O. E. The place of the man in the Universe

ON THE HISTORY OF SCIENCE

- 79 BRONSHTEN V. A. Recovering the pages of history. Ninth essay. Dmitriy Oblomievskiy

AMATEUR ASTRONOMY

- 87 OSTAPENKO A. Yu. The stellar box: November—December
- 93 TEIFEL V. G. That happens once ten million years, but we shall see it

AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 96 BEKYASHEV R. A light-powered Cassegrain reflector

LEGENDS ABOUT THE STELLAR SKY

- 99 NEYACHENKO I. I. Puppis
- 100 NEYACHENKO I. I. Pyxis

COSMICAL POETRY

- 102 NICOLAI GUMILEV

SCIENCE-FICTION

- 104 JOSEPH M. Shee. A feverish delirium

Новости науки и другая информация: Новые книги [23]; Возможность управлять вечной мерзлотой [29]; Через два года — повторное извержение [44]; Проект «Плутон»: старт в 1998 году? [47]; Пролет астероида вблизи Земли [55]; Палуасский космодром? [66]; Астрономические явления в январе — июне 1994 года [72]; Извержение вулкана в Колумбии [78]; Измерять озон по звездам? [86]; Эфемериды кометы Шумейкеров-Леви 9 [95]; «Марс Обсервер» разделит судьбу «Фобосов» [101]; Солнечная радиация включена в прогноз погоды [105]; 111 съезд Астрономического общества [106]; Солнце в июне—июле 1993 года [107]; Поосторожнее с вулканом! [108]; Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1993 году [109]; Астероид «попал» в Тихий океан [112]

Рентгеновский телескоп АРТ-П на борту обсерватории «Гранат»

С. А. ГРЕБЕНЕВ,
М. Л. МАРКЕВИЧ,
М. Н. ПАВЛИНСКИЙ,
Р. А. СЮНЯЕВ
академик РАН

К настоящему времени известно несколько сот галактических и внегалактических источников, ярких в гамма- и рентгеновском диапазонах энергий. Среди них — нейтронные звезды и черные дыры, входящие в двойные системы, сверхмассивные черные дыры в активных ядрах галактик и квазарах, горячий разреженный газ в скоплениях галактик, остатки вспышек новых и сверхновых звезд. Излучение большинства из них связано с высвобождением энергии при аккреции, т. е. падении в сильном гравитационном поле нейтронной звезды или черной дыры, вещества, захваченного в окрестностях компактного объекта или перетекающего на него со

звезды-компаньона в тесной двойной системе. Наблюдаемое рентгеновское излучение свидетельствует об экстремально высоких температурах, до которых разогревается падающее вещество (сотни и тысячи миллионов кельвинов), и о светимостях, в десятки тысяч раз превышающих светимость Солнца.

Уже почти четыре года с 1 декабря 1989 г. на высококоапегейной околоземной орбите успешно работает международная астрофизическая обсерватория «Гранат» [Земля и Вселенная, 1989, № 3, с. 17]. Телескопы, установленные на ней, позволяют проводить де-

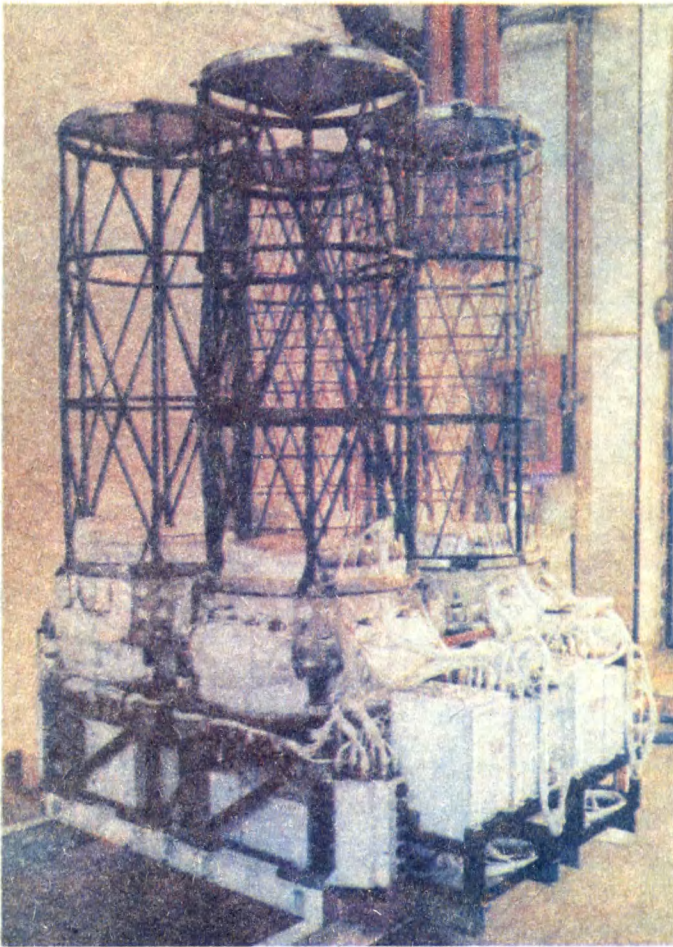
тальный спектральный анализ жесткого излучения космических источников в широчайшем диапазоне энергий (от 3 кэВ до 1,3 МэВ) и исследовать переменность излучения на масштабах времени от миллисекунд до года и более. Два основных инструмента обсерватории, отечественный телескоп АРТ-П и французский — SIGMA, предоставили астрономам уникальную возможность наблюдать звездное небо в рентгеновских и гамма-лучах с угловым разрешением в несколько минут дуги, определять точное положение компактных источников и строить карты распределения поверхностной яркости излучения протяженных источников.

ПОСТРОЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧАХ И ТЕЛЕСКОП АРТ-П

Как правило, рентгеновские источники расположены на достаточно больших уг-

ловых расстояниях друг от друга (несколько градусов и более). Однако на небе существует несколько областей и, прежде всего, район центра нашей Галактики, галактическая плоскость (Млечный Путь), Большие и Малые

Магеллановы Облака, скопления галактик и т. д., где на площади в один квадратный градус могут находиться сразу несколько ярких источников. Важнейшее преимущество, которым обладают телескопы АРТ-П и SIGMA



Рентгеновский телескоп ART-P, установленный на борту орбитальной обсерватории «Гранат». С его помощью группе российских астрофизиков удалось выполнить множество впечатляющих наблюдений и получить уникальные результаты

по сравнению со стандартными рентгеновскими инструментами — способность восстанавливать изображение области неба внутри поля зрения телескопа с высоким угловым разрешением. Стандартные приборы позволяют измерять лишь полный поток излучения от всех источников, оказавшихся в поле зрения. Ширина поля зрения

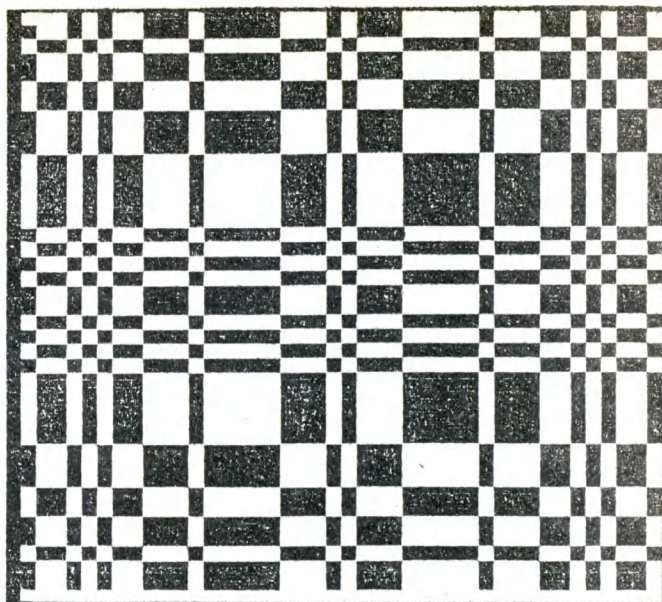
этих инструментов ограничивается коллиматором и обычно бывает порядка одного градуса. Существенно уменьшить поле зрения (чтобы таким образом повысить угловое разрешение) невозможно, так как для этого требуется значительно увеличить массу прибора и ввести жесткие ограничения на точность наведения и стабилизацию космического аппарата во время сеанса наблюдения.

Получить изображение неба в рентгеновских лучах далеко не просто. Оптические схемы, основанные на эффектах отражения и преломления световых лучей и радиоволн, с успехом применяемые в ультрафиолето-

вом, видимом, инфракрасном и радио-диапазонах, в данном случае работают плохо. Большинство материалов либо полностью прозрачны для рентгеновского и гамма-излучения и оно проходит сквозь них не испытывая преломления, либо совершенно непрозрачны. Отражение возможно лишь под очень малыми, скользящими углами падения рентгеновских лучей и только для сравнительно «мягких» фотонов.

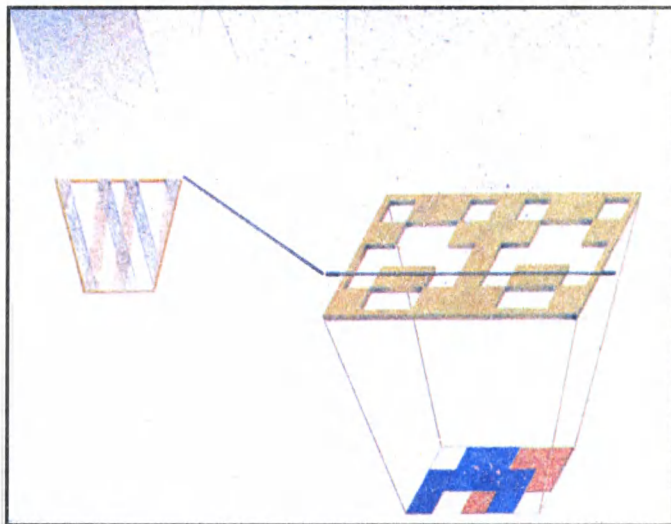
Тем не менее телескоп с оптикой косоугольного падения, основанный на принципе отражения под малыми углами, впервые установленный на борту американской орбитальной обсерватории HEAO-2 им. А. Эйнштейна (запущена в конце 70-х гг.), привел к перевороту в рентгеновской астрономии. Этот инструмент, как и подобный ему, но имеющий большую площадь зеркал, телескоп на борту германской обсерватории ROSAT, успешно работающий на околоземной орбите в настоящее время, эффективны только в сравнительно «мягком» диапазоне энергий (до 4 кэВ). Продвижение в более «жесткий» диапазон дается крайне тяжело, прежде всего потому, что при этом требуется значительное увеличение фокусного расстояния, и соответственно, и физической длины телескопа, а очень длинный инструмент трудно вывести в открытый космос. Лишь недавно, 20 февраля 1993 г. на японском спутнике «АСАКА» (известном также под именем «Astro-D») (Земля и Вселенная, 1992, № 3, с. 40) удалось доставить на орбиту телескоп косоугольного падения, чувствительный к фотонам с энергиями вплоть до 8 кэВ. И лишь в 1996 г. на орбиту планируется вывести размещенную на отечественном спутнике серии СПЕКТР международную астрофизическую обсерваторию

Мотив кодирующей маски телескопа АРТ-П. Маска состоит из 16 одинаковых мотивов. Принцип построения изображений в телескопах с кодирующей апертурой поясняется нижним рисунком



«Спектр-Рентген-Гамма», в состав аппаратуры которой войдут телескоп-концентратор косоугольного падения «СО-ДАРТ», чувствительный к фотонам с энергиями в диапазоне 300 эВ — 20 кэВ, и телескоп косоугольного падения «Джет-Х», регистрирующий фотоны в диапазоне 30 эВ — 10 кэВ.

Принцип работы телескопа АРТ-П (как и телескопа SIGMA) совершенно иной. Каждый из четырех модулей телескопа АРТ-П состоит из позиционно-чувствительного детектора — многопроволочной пропорциональной камеры, кодирующей маски и коллиматора. Излучение источника, проходя через маску, создает на детекторе сложную картину — мозаику из освещенных и затененных мест. Расположение прозрачных и непрозрачных элементов маски подобрано таким образом, что по тени на детекторе удается определить направление приходящего излучения (если более точно, определить вклад, который дает излучение, приходящее из данного направления, в полный поток излучения области неба, ограниченной коллиматором). Поле зрения телескопа равно $3,6^\circ \times 3,4^\circ$, номинальное угловое разрешение (угловой размер элемента маски) — $5'$. Благодаря более высокому разрешению детектора (соответствующему — $1,5'$), точность локализации компактных источников обычно оказывается намного выше. Инструмент позволяет получать изображения неба и проводить спектральный анализ излучения рентгеновских источников в диапазоне

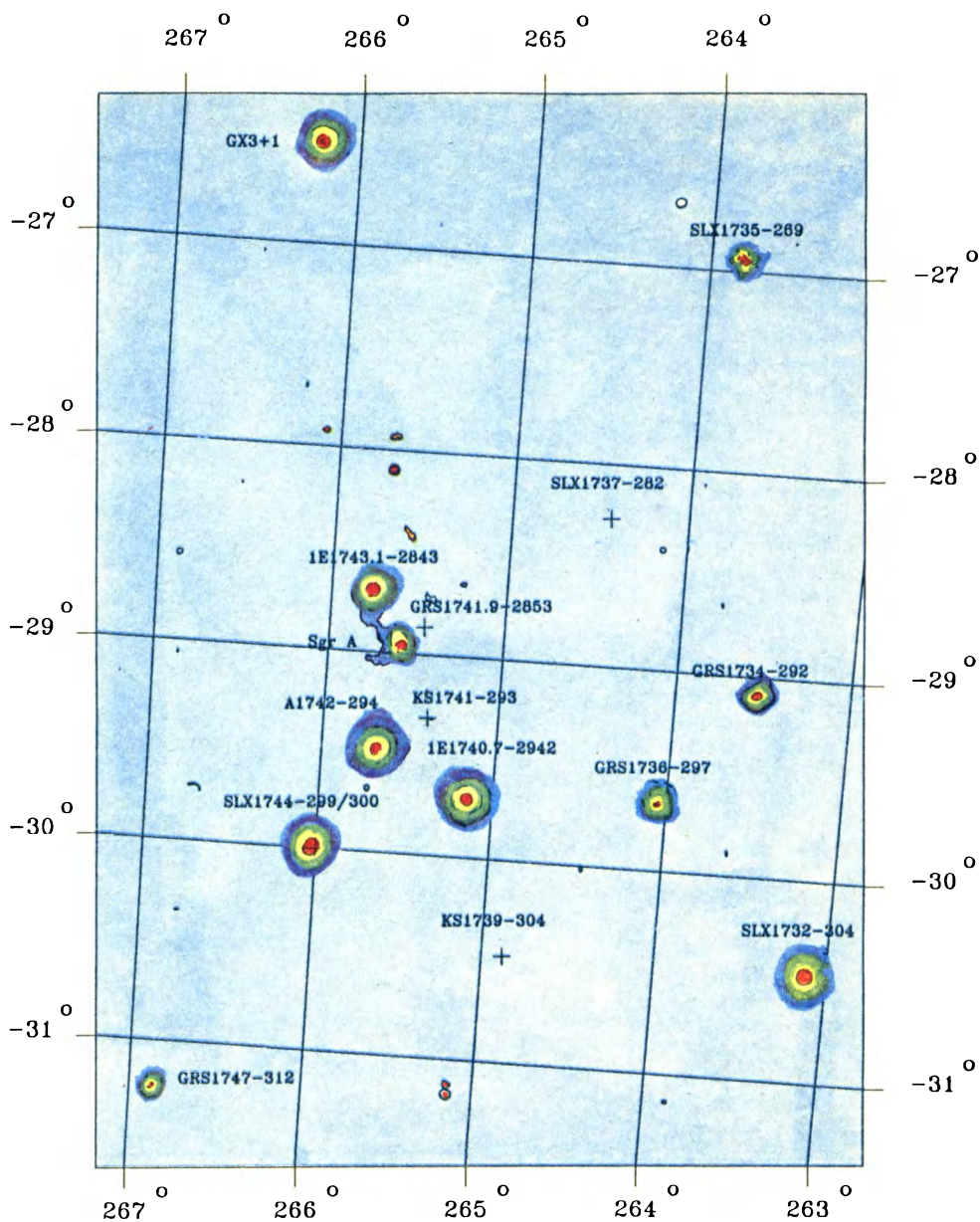


энергий 2,5—60 кэВ. Телескоп разработан и создан совместными усилиями ученых Института космических исследований (ИКИ РАН) и Особого конструкторского бюро ИКИ в г. Бишкек.

ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЛАСТИ ГАЛАКТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

Центр нашей Галактики — наиболее плотно «заселенная» область неба. В сен-

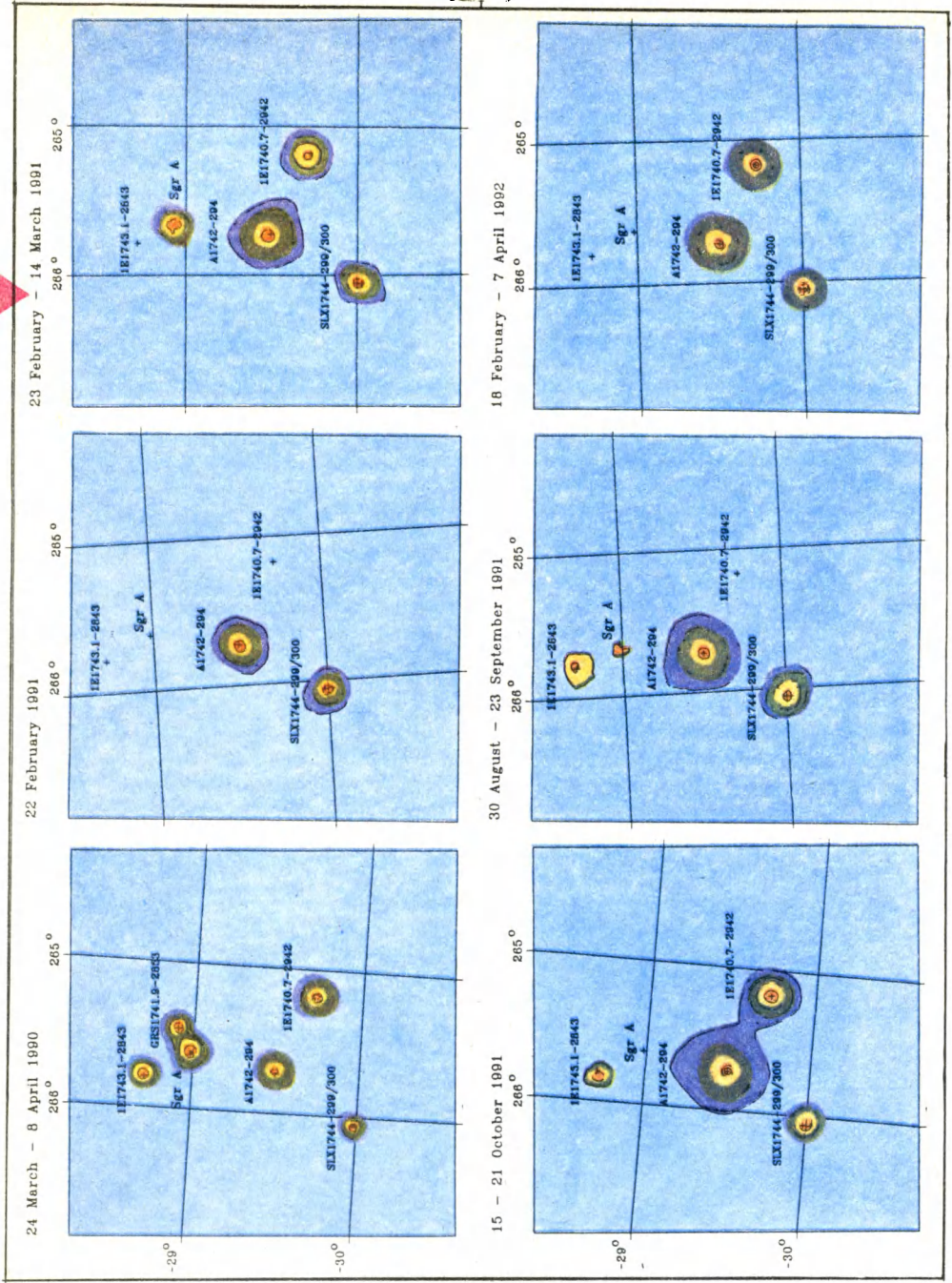
тябре — октябре 1990 г. эта область была исследована с помощью телескопа АРТ-П в диапазоне энергий 3—17 кэВ. В поле, размером $5^\circ \times 5^\circ$, были обнаружены 12 компактных рентгеновских источников, в том числе три прежде неизвестных. Они названы источниками обсерватории «Гранат» (Granat Sources: GRS 1734-292, GRS 1736-297 и GRS 1747-312). Ранее, в марте — апреле 1990 г. в ходе наблюдений



Изображение области вокруг центра Галактики, полученное телескопом АРТ-П в сентябре — октябре 1990 г. в диапазоне энергий 3—17 кэВ. Хорошо видны несколько мощных компактных источников рентгеновского излучения. Здесь и далее, если это не оговаривается особо, по осям отложены склонение и прямое восхождение (эпоха 1950,0 г.) в градусах

этого же поля телескопом АРТ-П был зарегистрирован еще один новый рентгеновский источник, GRS 1741.9-2853, расположенный менее чем в $10'$ (~ 25 парсек) от известного рентгеновского источника «Стрелец А» (Sgr A). Новый источник в течение двух недель наблюдений был ярким, но к осени 1990 г. исчез.

Сильная переменность была обнаружена и у одного из наиболее ярких (и самого «жесткого») рентгеновских источников в этой области — 1E 1740.7-2942. Он находится в центре внимания астрофизиков всего мира с 13 октября 1990 г., когда телескоп SIGMA зарегистрировал в его энергетическом спектре линию аннигиля-



Рентгеновские карты области неба вблизи центра Галактики (размер $2,4^\circ \times 2,4^\circ$). Видна сильная переменность компактных источников. Диапазон энергии 8—20 кэВ

ционного излучения с энергией 511 кэВ. Инструменты обсерватории «Гранат» не смогли обнаружить этот источник во время очередных наблюдений весной 1991 г. Он оставался погасшим вплоть до конца года, и лишь к лету 1992 г. его яркость достигла уровня, сравнимого с уровнем 1990 г.

Один из самых интересных источников в поле, хотя далеко не самый яркий, — «Стрелец А». По положению он совпадает с компактным нетепловым радиоисточником «Стрелец А» и инфракрасным IRS 16. Анализ собственных движений звезд показывает, что именно здесь находится динамический центр (ядро) нашей Галактики. Предполагается, что здесь скрывается сверхмассивная черная дыра с массой свыше $10^6 M_{\odot}$. Остается только гадать, почему ядро имеет столь низкую рентгеновскую светимость, $\sim 10^{36}$ эрг/с (превышающую

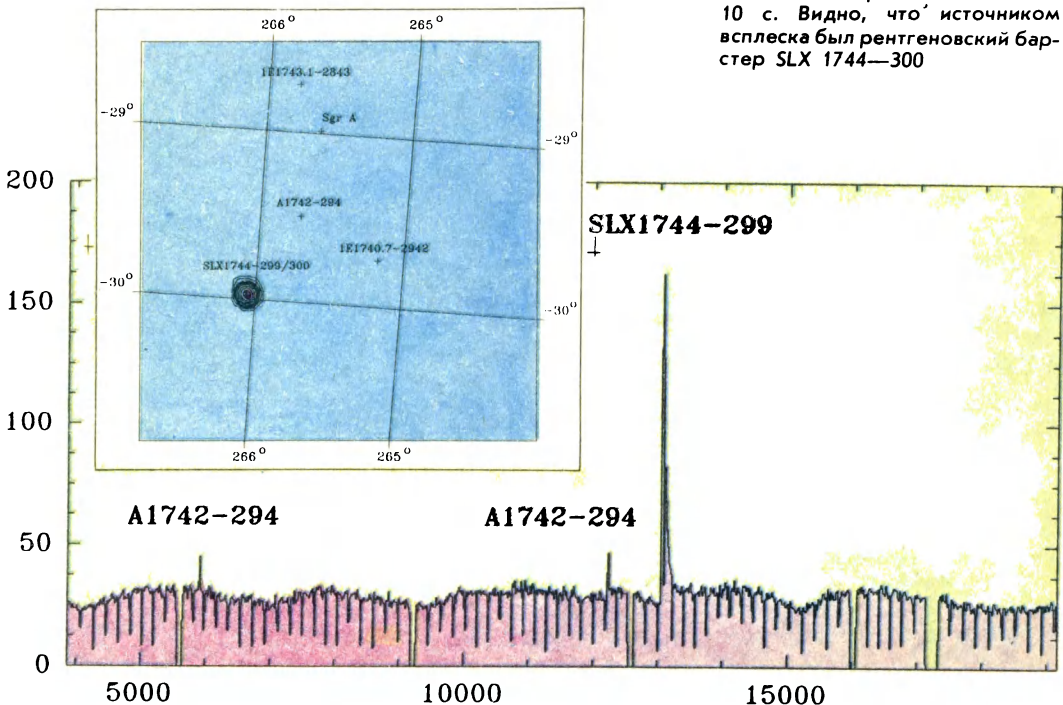
болометрическую светимость Солнца всего лишь в 250 раз), тогда как светимость многих активных ядер других галактик и квазаров достигает 10^{43} — 10^{44} эрг/с.

Два ярких источника, A 1742-294 и SLX 1744-299/300, являются рентгеновскими барстерами (вспыхивающими источниками). Вспышки, происходящие нерегулярно и имеющие длительность от нескольких десятков до сотен секунд, связывают с термоядерным горением вещества, падающего на поверхность нейтронной звезды при аккреции. Вспышка происходит, когда на поверхности звезды накапливается достаточно много вещества. 9 октября 1990 г. во время сеанса телескопа АРТ-П были зарегистрированы сразу три вспышки от источников, находившихся внутри поля зрения телескопа, самой яркой из которых оказалась происшедшая в источнике SLX 1744-300.

Способность телескопа строить изображение оказывается особенно важной, когда нужно ответить на вопрос, с каким именно из видимых в поле зрения источников связана данная вспышка? Телескоп АРТ-П оказался спо-

Запись скорости счета детектора телескопа АРТ-П 9 октября 1990 г. во время наблюдения области неба вблизи центра Галактики (диапазон энергий 3—17 кэВ). По вертикальной оси отложена скорость счета имп/с, по горизонтальной — время, с. Во время этого сеанса зарегистрированы три рентгеновских вспышки (от источников A1742—294 и SLX 1744—300). Общее небольшое плавное изменение скорости счета связано с вращением спутника, регулярные «провалы» соответствуют временным интервалам, во время которых данные телескопа передаются из временного буфера в бортовую память обсерватории.

На врезке: рентгеновское изображение источника — области неба внутри поля зрения телескопа в момент самой яркой из вспышек, зафиксированной в записи. Время экспозиции 10 с. Видно, что источником всплеска был рентгеновский барстер SLX 1744—300



собным решить это. Экспозиция всего лишь в 10 с, во время которых продолжалась самая яркая вспышка, вполне достаточна, чтобы зарегистрировать источник вспышки — SLX 1744-300. За это время постоянные источники в поле «проработаться» не успели. Этот пример лишний раз иллюстрирует, как сильно может возрастать светимость источника во время вспышки. Отметим, что за 2,5 г. наблюдений телескоп АРТ-П зарегистрировал более 30 таких событий, связанных с объектами из области центра Галактики.

ДИФУЗНЫЙ ИСТОЧНИК В ЦЕНТРЕ ГАЛАКТИКИ

Наряду с компактными источниками, в центре Галактики обнаружен источник диффузного излучения с угловыми размерами около $1,5^\circ$, что соответствует поперечнику порядка 120 пк. Его полная светимость в диапазоне энергий 3—22 кэВ достигает $8 \cdot 10^{36}$ эрг/с или $1/3$ от интегральной светимости основной области размером $3^\circ \times 3^\circ$, окружающей галактический центр.

Телескоп АРТ-П впервые позволил детально исследовать источник диффузного излучения вблизи галактического центра в широком диа-

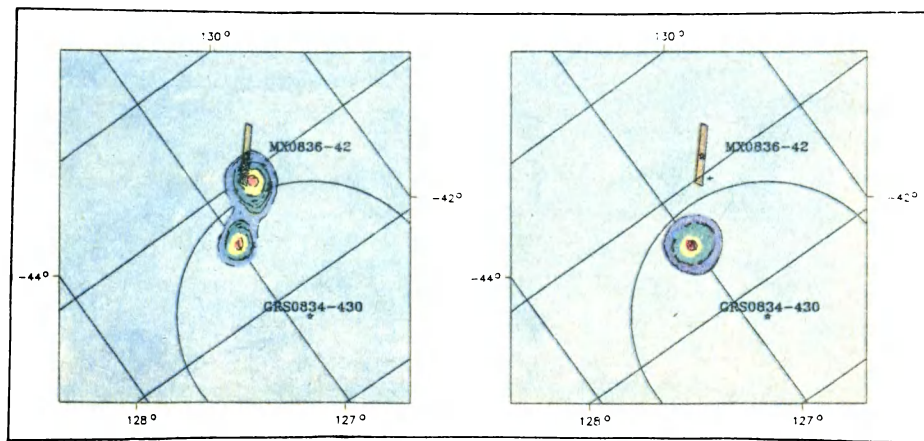
пазоне энергий, в том числе построить карту распределения его поверхностной яркости в жестких рентгеновских лучах ($h\nu \geq 8$ кэВ). Было обнаружено сильное различие в распределении яркости излучения на энергиях 12—17 кэВ по сравнению с изображениями в более мягком диапазоне, полученными телескопами АРТ-П и в ходе предыдущих экспериментов (приборами спутника «Ginga» и обсерватории «Spacelab-2»). В «жестком» диапазоне рентгеновское изображение имеет много общего с картой гигантских молекулярных облаков, что косвенно указывает на природу диффузного излучения на этих энергиях (томсоновское рассеяние жесткого излучения окружающих компактных источников электронами в молекулярном газе облаков). Это подтверждается сильными фотопоглощением на энергиях выше 7.1 кэВ, зарегистрированным телескопом АРТ-П в спектре излучения диффузного источника (хорошо заметно на изображении в диапазоне 8.5—11 кэВ; см. рис. на обложке). В более «мягком» диапазоне диффузное излучение имеет тепловую природу и связано с излучением горячей ($T \sim 5 \cdot 10^7$ К) оптически тонкой плазмы.

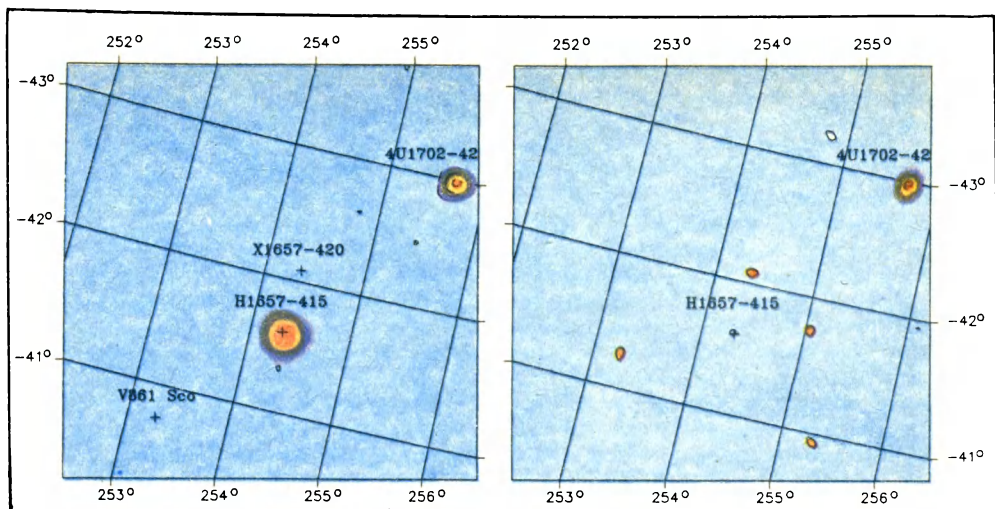
Излучение компактных источников, рассеянное в молекулярных облаках, приходит к нам со значительной задержкой порядка 400 лет ($\Delta t \sim l/c$, где l — линейный размер молекулярного облака порядка 120 пк и c — скорость света). Таким образом, наблюдаемый диффузный поток жесткого излучения позволяет получить верхний предел для общей яркости компактных источников в этой области в далеком прошлом — за последние несколько сотен лет яркость источников в галактическом центре, и в том числе самого ядра Галактики, существенно не изменялась.

РЕНТГЕНОВСКИЕ ПУЛЬСАРЫ GRS 0834-430 И H 1657-415

В феврале 1990 г. прибор «Watch» на борту обсерватории «Гранат», регулярно обзорающий все небо в поисках транзиентных (вновь

Карты области неба вблизи нестационарного рентгеновского пульсара GRS 0834—430. Левая получена по данным наблюдений 19—23 декабря 1990 г., правая 28 мая 1991 г. Диапазон энергий — 3—30 кэВ, размер области $2^\circ \times 2^\circ$





Рентгеновский пульсар H 1657—415 и рентгеновский барстер 4U1702-42. Изображение получено 27 марта 1990 г. в диапазоне энергий 3—24 кэВ. На рентгеновском изображении (справа), полученном во время всплеска всего за 50 с, барстер выглядит чрезвычайно ярким, в то время как пульсар даже не начал прорабатываться (проявляться)

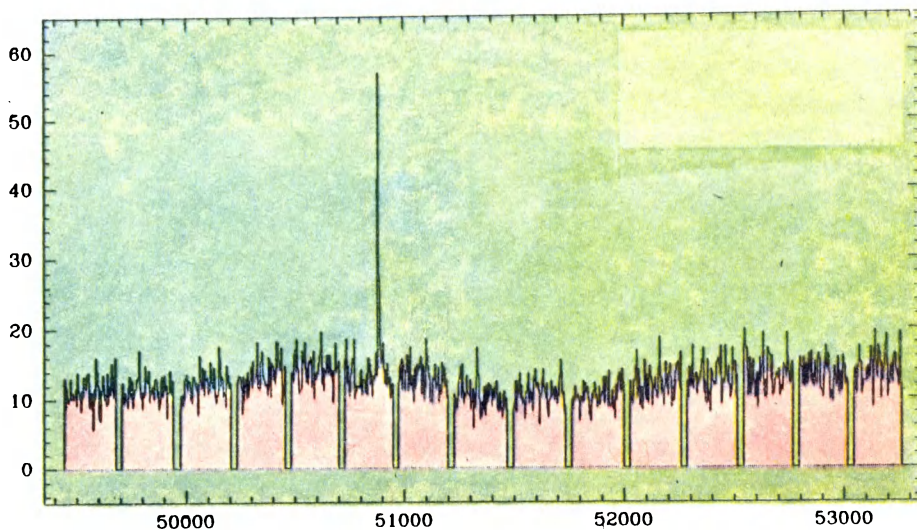
вспыхнувших) рентгеновских источников, зарегистрировал ранее неизвестный яркий источник в созвездии Пару-

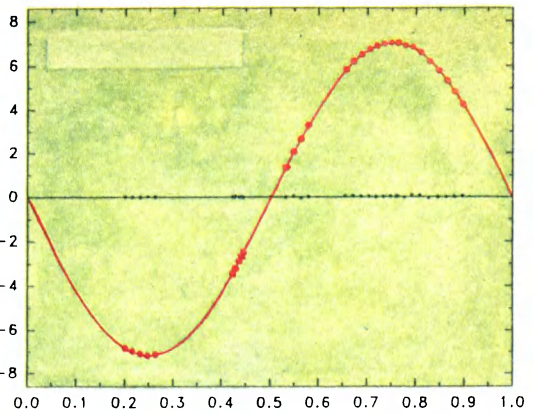
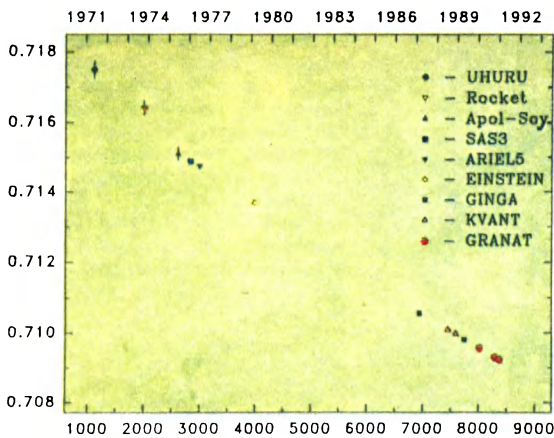
сов. Положение источника было измерено с большой неопределенностью, порядка 1° , и в круг ошибок попадал известный, но обычно довольно слабый рентгеновский источник MX0836-42. Он или какой-то новый неизвестный источник породил вспышку?

Приборы, установленные на трех рентгеновских обсерваториях («Гранат», «Ginga» и «Rosat»), были срочно направлены на эту область. Детектор большой площади на борту спутника «Ginga» обнаружил, что поток излу-

чения пульсирует с периодом 12,3 с (серьезный довод в пользу того, что наблюдается излучение нового

Запись скорости счета детектора телескопа АРТ-П 27 марта 1990 г. во время наблюдения поля, содержащего рентгеновский пульсар H 1657—415. В ходе наблюдения зарегистрирован всплеск излучения от источника 4U1702-42. По вертикальной оси отложена скорость счета (имп/с), по горизонтальной время (с) с 0^h00^m 27 марта 1990 г.





Общее уменьшение периода пульсаций известного рентгеновского источника SMC X-1, по данным многолетних наблюдений, в том числе и с борта обсерватории «Гранат» (слева) и изменение периода, обусловленное эффектом Доплера при орбитальном движении. На левом графике по вертикальной оси отложен период вращения (с), по горизонтальной — даты наблюдений в юлианских сутках ($JD2440000 +$). Перечислены космические аппараты, с борта которых были получены использованные здесь данные. На правом графике по вертикальной оси — смещение периода пульсаций (10^{-4} с), по горизонтальной — фаза орбиты

близких рентгеновских источников, один из которых — известный ранее MX0836-42, другой — новый источник, получивший название GRS 0834-430. В декабре 1990 г. источник был тусклым и его светимость была сравнима со светимостью MX0836-42. Источники находятся очень близко друг к другу, на расстоянии менее $25'$, поэтому в ходе наблюдений 1990 г. достоверно определить, который из них является пульсаром, не удалось. К счастью, к маю 1991 г. источник вспыхнул вновь. Поток его излучения возрос более чем в 20 раз, и телескоп АРТ-П вновь был направлен в эту область. Экспозиции в один час оказались недостаточны, чтобы зарегистрировать излучение MX0836-42, в то время как GRS 0834-430 прекрасно получился на изображении. Для сравнения можно отметить, что для получения изображения в 1990 г. потребовалось три сеанса наблюдений длительностью от 10 до 20 ч каждый. Пульсации потока излучения с периодом 12,3 с были надежно зарегистрированы и в ходе майского наблюдения, что не оставило никаких сомнений в том, что источником пульсаций является именно GRS 0834-430.

С подобной проблемой пришлось столкнуться и при

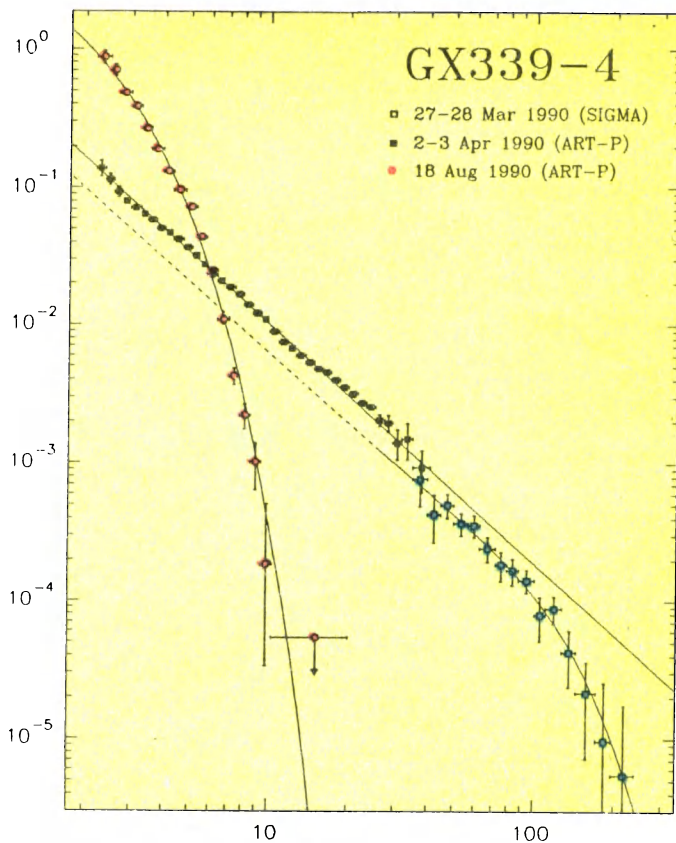
наблюдении жесткого рентгеновского пульсара H1657-415, имеющего период 38 с. Эта область неба наблюдалась телескопом АРТ-П 27 марта 1990 г. Наряду с самим пульсаром в поле зрения был виден еще один источник 4U1702-42. Он находился на краю поля зрения, поэтому его излучение регистрировалось с довольно низкой эффективностью. Во время этого сеанса телескопом АРТ-П был зарегистрирован мощный рентгеновский всплеск, что вызвало определенное замешательство у исследователей, поскольку согласно современным представлениям рентгеновский пульсар не может быть барстером, а второй источник казался слишком слабым, чтобы дать такой мощный всплеск. Тем не менее ответственным за него оказался именно он. На карте той же области, полученной в течение 50 с во время всплеска, виден только источник 4U1702-42. Таким образом сенсации не состоялось.

рентгеновского источника). MX0836-42 известен как барстер, т. е. согласно современным представлениям, он содержит аккрецирующую нейтронную звезду со слабым магнитным полем, и маловероятно, чтобы поток излучения такого источника мог пульсировать. Но все же этих фактов для окончательного суждения о природе вспышки было недостаточно.

Проблема была решена в ходе наблюдений этой области неба телескопом АРТ-П в декабре 1990 г. и мае 1991 г. Карта, полученная в 1990 г., показывает, что в этой области существует два

АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧНОСТИ РЕНТГЕНОВСКИХ ПУЛЬСАРОВ И СПЕКТРОСКОПИЯ

Выше приведены только те из результатов работы телескопа АРТ-П, в которых наи-



Рентгеновские спектры источника GX 339-4 в «высоком» и «низком» состояниях, измеренные с помощью приборов обсерватории «Гранат» в 1990 г. Интенсивность излучения GX 339-4 увеличилась между наблюдениями телескопов «SIGMA» 27—28 марта и ART-P 2—3 апреля в 1,6 раза. По вертикальной оси отложен поток излучения (фотонов/см²/с/кэВ), по горизонтальной — энергия (кэВ)

лучшим образом проявилось его высокое угловое разрешение. Но телескоп зарекомендовал себя и как прекрасный инструмент для стандартных рентгеновских наблюдений — спектроскопии рентгеновских источников и построения их кривых блеска, измерения периодов рентгеновских пульсаров, изучения быстрой хаотической переменности объектов — кандидатов в черные дыры и нейтронных звезд со слабым магнитным полем.

По результатам девяти разных экспериментов, выполненных в течение 22 лет, была построена кривая векового изменения периода пульсаций известного рентгеновского пульсара SMC X-1.

В нее вошли и данные телескопа ART-P. В апреле — мае 1990 г. с помощью телескопа ART-P было измерено изменение периода пульсаций источника при его орбитальном движении, обусловленное эффектом Доплера. Период пульсаций SMC X-1, отнесенный к барицентру двойной системы, оказался равен 0,7095 с, а период орбитального движения — 3,89 дня. Подобные наблюдения позволяют с высокой точностью определять параметры орбиты рентгеновских источников.

«Гранат» не обошел вниманием и наиболее экзотические объекты современной астрофизики — черные дыры. Были изучены нес-

колько объектов-кандидатов в черные дыры, получены их спектры. Одним из таких источников был GX339-4. Во время наблюдений в марте — апреле 1990 г. источник находился в «низком» состоянии интенсивности и имел жесткий степенной спектр излучения, подобный спектру «Лебедя X-1» — наиболее известного кандидата в черные дыры. 18 августа 1990 г. GX339-4 наоборот был очень ярк в стандартном рентгеновском диапазоне (источник находился в «высоком» состоянии), однако его спектр был чрезвычайно «мягким» — тепловым. Он был близок к спектру излучения черного тела с температурой $T \sim 10^7$ К. Подобный спектр должен формироваться в оптически непрозрачном аккреционном диске.

Это лишь два примера, иллюстрирующих, насколько может быть эффективен телескоп ART-P для исследования излучения рентгеновских источников. Всего к настоящему времени с помощью этого инструмента выполнено более 500 сеансов наблюдений и изучены десятки источников.

«Марсоход» и его испытания в пустыне Мохаве

В. В. ГРОМОВ
ВНИИТрансмаш
Санкт-Петербург

МАРСОХОДЫ: ВРЕМЯ ПРИШЛО?

В настоящее время космические исследования и работы в космосе стали довольно привычным делом, понемногу утихли страсти «космической гонки», новая отрасль прочно вошла в жизнь людей. И все же интерес к новым перспективам освоения космоса не пропадает. Не только специалисты обсуждают вопрос: как будет в дальнейшем развиваться изучение дальнего космоса, Луны, планет?..

По-видимому, освоение и обживание новых миров начнется уже в следующем XXI в. Но эти перспективы во многом зависят от уже накопленного опыта и его осмысливания.

В планах космических исследований многих стран, и в особенности России, большое внимание уделяется изучению ближайшего родственника нашей Земли, планеты Марс. Детальное изучение его поверхности будет одной из основных в ближайшем времени. Эта задача включает в себя исследование геологического строения Марса, включая отбор проб пород различного происхождения и возраста, изучение химического и минералогического состава и физико-механических свойств грунта, поиск следов современной или древней жизни. Целесообразней всего для этой цели, по-видимому, использовать аппараты, передвигающиеся по поверхности Марса — марсоходы. С их помощью можно выпол-

нять целенаправленные научные исследования различных форм поверхности Марса, таких как разломы, каньоны, кратеры, лавовые потоки и т. д., т. е. такие работы, которые невозможно проводить никаким другим способом.

МАРСОХОД-96: ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

Весьма вероятно, что первый марсоход начнет работу на поверхности Красной планеты в 1997 г. Разрабатываемый в настоящее время в ИКИ проект «Марс-94/96» предусматривает доставку на Марс аэростатного зонда и небольшого самодвижущегося аппарата. Они будут десантированы с орбитального аппарата и одновременно начнут свою работу практически в одном и том же месте. Аэростат будет дрейфовать в атмосфере Марса и под действием ветров должен пролететь на небольшой высоте тысячи километров. В это время предполагается вести с его борта детальную фотосъемку марсианской поверхности и непосредственное изучение свойств грунта во время снижения аппарата к поверхности. Однако эта последняя возможность будет весьма затруднена, так как аэростат будет опускаться только в ночное время, когда взять образцы грунта и провести их анализ весьма затруднительно. Помимо всего прочего время работы аэростата ограничено и, видимо, не превысит 10—15 дней.

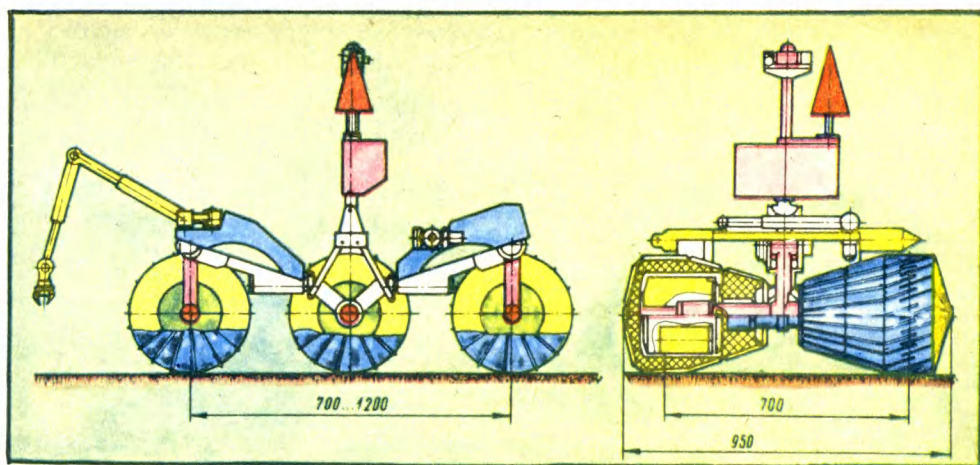


Схема устройства марсохода, разработанного НИИТРАНСМАШ и ИКИ РАН для российского проекта «Марс-94/96»

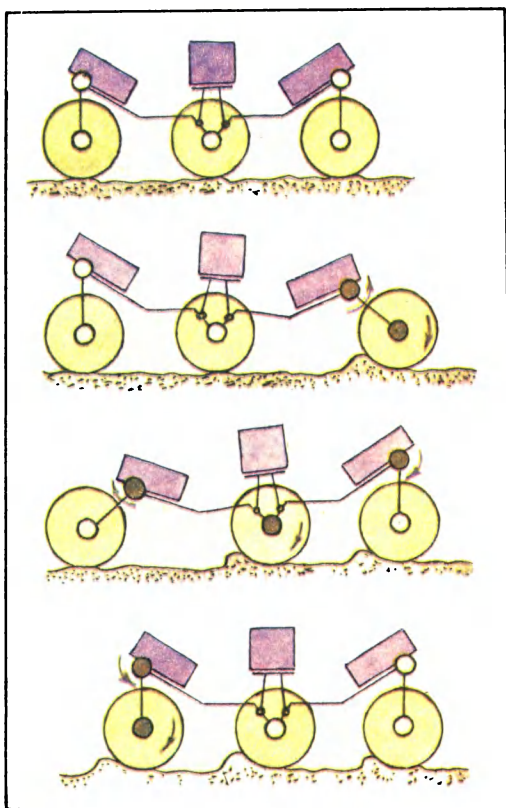


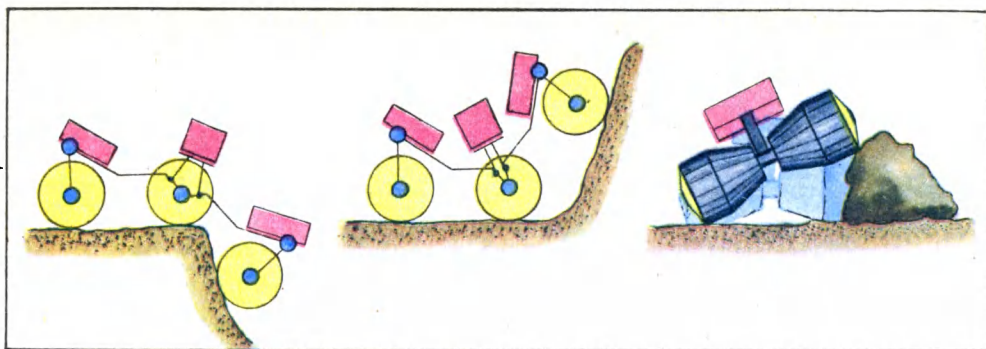
Схема передвижения аппарата в колесношагающем режиме (сверху вниз): исходное положение, вынос передних колес, перенос средних колес, подтягивание задних колес

Поэтому основная нагрузка по изучению поверхности Марса ляжет на марсоход и его «команду». Научные задачи этой части проекта выглядят так:

- целенаправленный выбор участков местности для отбора образцов грунта и их детального изучения;
- изучение различных геологических образований на Марсе (кратеры, каньоны, уступы и т. д.);
- исследование элементного и минералогического состава грунта, поиск органических веществ и воды в толще грунта;
- изучение глубинного строения поверхностного слоя (до глубины в сотни метров) методами электроразведки;
- изучение магнитного поля на поверхности, магнитных и электрических свойств грунта;
- проведение метеоизмерений в приповерхностном слое атмосферы.

ДВИЖЕНИЕ МАРСОХОДА

Первая особенность новой машины, сразу же привлекающая внимание,— это необычная форма колес. Они сделаны широкопрофильными и представляют собой сочетание цилиндрической и конусной частей. Колеса установлены попарно на трех осях и каждое из них приводится в движение собственным двигателем. Передняя и задняя оси соединены со средней продольными рычагами — балансирами. При этом балансиры могут поворачиваться вокруг средней оси, что обеспечивает большой ход колес относительно друг друга. Крайние оси вместе с колесами могут поворачиваться относительно средних. Все эти особенности придают конструкции со-



вершенно новые качества при передвижении и по сложному рельефу, и по рыхлому грунту. Каковы же они?

Во-первых, значительно увеличивается опорная поверхность при движении по рыхлому грунту. При этом практически исчезают понятия клиренса, а вероятность того, что машина «сядет» на днище, резко уменьшается.

Во-вторых, большой взаимный ход колес позволяет преодолевать значительные препятствия: высота преодолеваемого уступа примерно равна расстоянию между колесами. Для обычного колесного движителя высота преодолеваемого уступа равна радиусу колес. В рассматриваемой схеме марсохода эта величина почти в три раза больше.

Для ученых особый интерес представляют крутые осыпи и уклоны из сыпучего грунта как естественные разрезы грунта на большую глубину.

Чтобы обеспечить движение марсохода в таких условиях, используется колесно-шагающий режим передвижения, при котором крайние оси колес могут перемещаться относительно других колес. Цикл передвижения состоит из нескольких фаз. Вначале приводятся во вращение передние колеса, и с помощью привода производится их выталкивание вперед. Остальные колеса пока не вращаются, создавая хороший упор. После выноса передних колес они еще некоторое время вращаются на месте, зарываясь немного в грунт. Затем приводятся во вращение средние колеса и включаются оба привода перемещения передних и задних колес. Передний привод подтягивает, а задний подталкивает среднюю ось. Крайние колеса при этом не вращаются. Заключительная фаза цикла шагающего движения состоит в том, что подтягивается задняя ось машины при вращении колес. Для лучшего упора после перемещения колеса также зарываются дополнительно в грунт. На этом цикл заканчивается, и далее

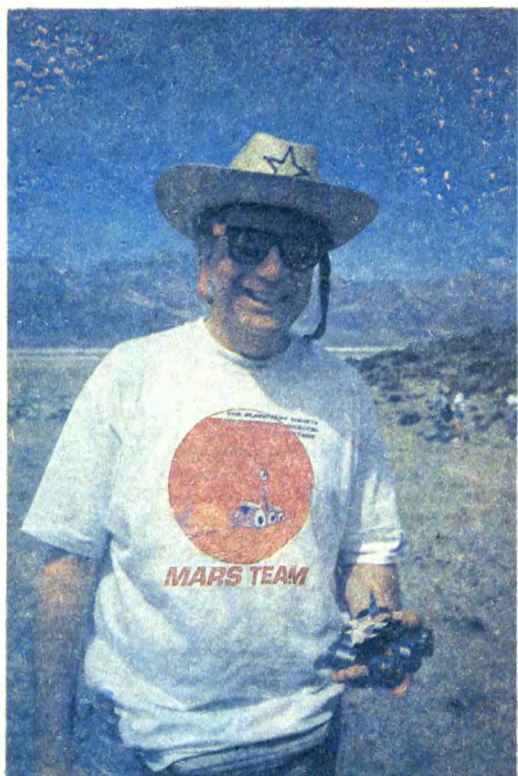
Обнаружение препятствий на трассе движения марсохода по положению его ходовой части: обрыв, стенка (уступ), отдельный камень

все фазы последовательно повторяются. Возможны и более сложные циклы, которые называют походками. В описываемой здесь конструкции марсохода их насчитывается более десятка (для спуска с крутого склона, преодолевания уступов на уклоне, больших камней).

Несколько слов о технических деталях. Электрическая и тепловая энергия для работы марсохода будет вырабатываться радиоизотопным термоэлектрическим генератором мощностью 10—25 Вт. Тепловой режим узлов и агрегатов обеспечивается подводом тепла с помощью тепловых труб (температура атмосферы на Марсе понижается в ночное время до -110°C). Радиосвязь с наземным командным центром будет поддерживаться через орбитальный космический аппарат, а также, возможно, и напрямую. Скорость движения марсохода составит, видимо, 300 м/ч.

Основной проблемой при работе аппарата станет процесс управления движением. Дело в том, что время прохождения радиосигналов с Земли до Марса может составлять десятки минут и при прямом дистанционном управлении скорость передвижения будет малой: основное время займет передача команд и прием информации с марсохода.

Поэтому аппарат должен обладать системой обнаружения препятствий, встречающихся по ходу движения, их автоматического объезда и продолжения движения по заданному маршруту с учетом выполненных маневров. И такая система была создана. Она помогает аппарату обнаруживать препятствия и преодолевать



Исполнительный директор Планетного общества Л. Фридман, главный организатор испытаний макета марсохода в пустыне Мохаве

или объезжать их. Одним из способов обнаружения препятствий лишь с помощью ходовой части может служить измерение взаимного положения ее элементов при встрече с непреодолимыми препятствиями. Например, при достижении крутого обрыва происходит опускание передних крайних колес, и по их расположению относительно других автоматика своевременно выдает сигнал остановки. При встрече с большим выступающим препятствием, например, камнем, колесо одного борта поднимается, но, если оно достигнет предельно допустимого положения, марсоход остановится, отъедет назад, развернется в сторону от препятствия, объедет его, а затем продолжит движение в заданном направлении. Если размер обнаруженного препятствия значительно больше, чем сам аппарат, его объезд может занять несколько циклов маневрирования. Поскольку ситуации при движении марсохода могут быть самыми разнообразными, во время

движения непрерывно измеряется пространственное положение колес, крен и дифферент аппарата, режимы работы электродвигателей. При достижении порогового значения любого из этих параметров или их комбинации производится автоматическая остановка.

ИСПЫТАНИЯ

Испытания аппаратов такого класса проводятся на специально подобранных участках земной поверхности — аналогах марсианской.

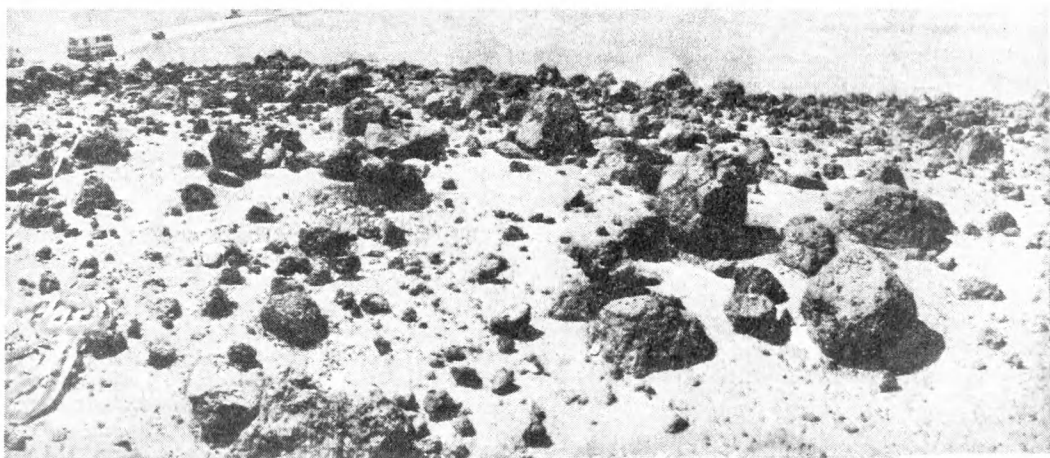
Для выбора полигонов для испытаний пришлось тщательно проанализировать характер ландшафтов и свойства грунтов на поверхности Марса. Одной из характерных черт рельефа, выявленных по снимкам с борта посадочных отсеков аппаратов «Викинг» может считаться очень высокая насыщенность камнями. Среди других особенностей — крутые склоны из песчаного материала с крутизной склонов 30—35°, большое число кратеров, а также элементов рельефа, связанных с эрозией поверхности под воздействием водных и ветровых потоков, периодическим оттаиванием грунта. Возможно, на поверхности также имеются выходы коренных пород. Все это в совокупности представляет достаточно сложную среду с точки зрения передвижения.

Длительные исследования показали, что аналогов марсианской поверхности на Земле достаточно много. Среди них можно перечислить местности в районах свежей вулканической деятельности (например, на Камчатке), пустынные районы Средней Азии, Калифорнии, Антарктиды. Здесь можно подобрать участки с широким диапазоном физико-механических свойств грунта в сочетании с различными видами препятствий (россыпи и скопления камней, крутые уклоны, уступы, трещины и т. д.). Необходимое условие для испытаний макетов марсохода, почти полное отсутствие растительности и слоя почвы, в этих районах тоже соблюдается.

Испытания макета ходовой части марсохода, предложенного для проекта «Марс-96» институтом ВНИИТРАНСМАШ, ведутся уже несколько лет. Он был опробован, в частности, на Камчатке, в чрезвычайно каменистой местности, и показал весьма впечатляющие результаты.

МАРСОХОД В КАЛИФОРНИИ

Один из этапов испытаний ходового макета марсохода проходил на различных участках местности пустыни Мохаве в штате



Калифорния с 17 по 28 мая 1992 г. Испытания были организованы Планетным обществом США (Земля и Вселенная, 1986, № 4, с. 86; 1988, № 6, с. 43). В них принимали участие ученые и инженеры из России, США, Венгрии, Франции, причем при подготовке испытаний удалось объединить технические разработки и опыт, накопленный в различных странах, каждая из которых сделала свой вклад в создание наземного бортового комплекса. В частности, специалистами Венгрии был поставлен бортовой компьютер, французскими — камеры (панорамная и стерео). Таким образом были созданы необходимые условия для проведения ходовых ис-

Место испытаний марсохода было выбрано чрезвычайно удачно. Сравните панораму, сделанную панорамной камерой аппарата на Марсианском холме (снимок из журнала «The Planetary Report», 1992, XII, № 6) и снимок, полученный с посадочной ступени КА «Викинг-1» (внизу)

пытаний марсохода по проекту «Марс-96» в полевых условиях.

Для испытаний были выбраны два участка: дюны Дюмонта и Марсианский холм в Долине Смерти (в центре пусты-



Момент испытаний аппарата на песчаных дюнах

ни Мохаве). Песчаные дюны, достигающие крутизны 25° в нижней части и 30° в верхней, хорошо имитируют ландшафты некоторых местностей Марса, и на них отработывались способы преодоления таких склонов. Марсианский холм, чье название говорит само за себя, удивляет чрезвычайным сходством с панорамами «Викингов», и здесь изучались возможности и способы движения по каменистой местности.

Ходовой макет марсохода показал высокую проходимость на обоих участках местности, хотя условия движения были выбраны более сложными, чем на марсианской поверхности в местах посадки «Викингов».

В процессе испытаний на макете марсохода по существу впервые были реализованы основные компоненты технических систем, необходимых для работы на по-

верхности Марса. К их числу следует отнести:

- самоходное шасси;
- бортовой вычислительный комплекс;
- телевизионные системы;
- радиотелеметрическая система;
- радиокомандная система;
- система бортового электропитания;
- компьютеризированный пункт управления.

Наличие такого комплекса позволяет проводить разнообразные виды испытаний, и именно создание и освоение такого комплекса можно считать одним из главных итогов в подготовке и проведении испытаний в пустыне Мохаве. Были отработаны методы организации работ по управлению аппаратом, алгоритмы передачи и обработки информации и формирования команд управления. Хотя в работе принимали участие специалисты по отдельным проблемам, каждый из них трудился для решения общей задачи: создать марсоход, причем каждый из них видит свой вклад уже в виде конечного результата, более глубоко понимает смысл решаемой задачи, более полно осознает как общую цель, так и «смежные» проблемы. Результатом такой ситуации часто становятся новые идеи, подходы, критически оцениваются ранее выполненные работы. Это очень важный стимул для дальнейшего прогресса.

Такие моменты имели место и при проведении испытаний в пустыне Мохаве. Например, требования к расположению телекамер, углам их обзора, способам поворота, представлению информации на мониторах были достаточно быстро определены совместными усилиями, использовали в дальнейших испытаниях и, по всей видимости, будут воплощены в реальном марсоходе.

Организаторы испытаний привлекли к этим работам внимание широкой научной общественности, специалистов из научных и промышленных организаций, ветеранов и энтузиастов космонавтики, любителей техники, просто любознательных людей и даже детей.

В целом испытания, макета марсохода по проекту «Марс-96», позволившие сформировать квалифицированную команду специалистов оказались успешными и, думается, станут важным этапом в экспериментальной отработке аппарата. Но все же их следует рассматривать лишь как один из этапов подготовки к реализации обширной научной программы, носящей название «Марс-94/96».

Геомагнитное поле отражает процессы в ядре Земли

Г. Н. ПЕТРОВА,
доктор физико-математических наук
Объединенный институт физики Земли
им. О. Ю. Шмидта РАН

Экспериментальное изучение особенностей геомагнитного поля и его изменений за последние 2,5 миллиарда лет, с одной стороны, и развитие теории генерации геомагнитного поля с другой, позволяют высказать ряд суждений и предположений о строении жидкого ядра, происходящих в нем процессах и о взаимодействии процессов в жидком ядре и мантии.

ГЕНЕРАЦИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Магнитное поле Земли генерируется в ее жидком ядре и, соответственно, изучая особенности геомагнитного поля и наблюдая его изменения, исследователи получают возможность судить о процессах, протекающих в ядре, и о нем самом, его форме, строении, составе, физических константах. По некоторым из этих вопросов на основании геомагнитных

данных можно высказать лишь предположительные суждения, которые могут стать окончательными только при совместном анализе геомагнитных и других геофизических данных, на некоторые — правда немногочисленные — вопросы можно уверенно ответить, используя только геомагнитные показатели. Одна из линий исследования — эволюция ядра — может опираться исключительно на материал геомагнитных наблюдений. В последние годы все большее внимание уделяется взаимосвязи процессов в ядре и мантии. Представления становятся более обоснованными и детальными по мере накопления данных, в первую очередь палеомагнитных, разработки теории генерации поля, развития методов анализа данных.

Теория генерации геомагнитного поля играет в этой связи первостепенную роль. Правильность теории, заложенных в ней предположе-

ний и численных параметров проверяются по их сопоставлению с реальными особенностями и характеристиками геомагнитного поля. В то же время только через посредство заложенных в теорию предположений можно интерпретировать особенности наблюдаемого геомагнитного поля с позиций происходящих в ядре процессов. Теория гидромагнитного динамо, которая обсуждается и используется в этой связи, находится сейчас на том уровне, когда та или иная система движений в ядре принимается как исходная позиция теории. Даже не будучи окончательно доработанной, она способна объяснить основные черты геомагнитного поля и дать правильную оценку параметров.

Первый вывод, который может быть сделан и который бесспорен, это существование в жидком ядре непрерывных движений, имеющих широтную компоненту. Скорость их может быть оце-

нена как 0,1 см/с. В реальном магнитном поле существует так называемый западный дрейф, т. е. смещение изолиний поля к западу. Скорость западного дрейфа отражает скорость движений в жидком ядре. Кроме западной компоненты — преобладающей — в некоторых районах наблюдается восточный дрейф, а кроме того, в каждом из полушарий существует меридиональная компонента от экватора к полюсу. Возникновение широтных движений, связываемых с действием силы Кориолиса, приводит к двум весьма важным выводам. Во-первых, из этого следует радиальная неоднородность вращения жидкого ядра. Восходящий поток у границы ядра — мантия будет по скорости отставать от мантии. В результате градиент линейной скорости в жидком ядре окажется меньше, чем он был бы в отсутствие конвективных движений. Этот эффект связан с радиусами не от центра Земли, а от оси вращения, т. е. он — функция широты. Изменение линейной скорости широтной компоненты потока приводит к образованию тороидальных (баранкообразных) полей: «вмороженные» в проводящую жидкость силовые линии геомагнитного поля увлекаются этой жидкостью в ее движении, вытягиваются в направлении этого движения симметрично экватору, образуя петли, которые в какой-то момент разрываются в области экватора. В результате этого в южном и северном полушарии возникают замкнутые кольца силовых линий, симметричные относительно экватора, но с противоположным направлением поля в них. Эти тороидальные поля с напряженностью в несколько сотен эрстед, существование которых принципиально для теории гидромагнитного динамо, не выходят на по-

верхность Земли и непосредственно никак не наблюдаются. Они хорошо известны на Солнце: солнечные пятна — разорванные при выходе на поверхность тороидальные поля.

Итак, второй вывод, к которому удается прийти — существование внутри жидкого ядра **тороидальных магнитных полей**.

Тороидальные поля не единственная неоднородность распределения магнитного поля в жидком ядре. Согласно последним работам С. И. Брагинского, на поверхности жидкого ядра имеется слой, толщиной порядка 40 км, в котором плотность силовых магнитных линий меридионального простираения значительно больше, чем в остальном ядре.

ВЕКОВЫЕ ВАРИАЦИИ

Крупномасштабные движения в металлическом жидком ядре и генерируют электрический ток в «обмотке» гигантского электромагнита, каким является Земля.

Однако, кроме крупномасштабных движений, в жидком ядре должны существовать мелкие — на это указывают изменения геомагнитного поля во времени, так называемые **«вековые вариации»**, изменения с характерными временами от 10 до 10 тыс. лет. Эти вариации изучены экспериментально, частично «непосредственными», «прямыми» наблюдениями за состоянием магнитного поля в обсерваториях и в точках повторных магнитных съемок (они называются «пункты векового хода»), но главным образом с помощью палео- и, особенно, археоманитных исследований. Прямые наблюдения охватывают менее 200 лет, и только для небольшого, в масштабе Земли, района, ограниченного треугольником Рим — Лондон — Па-

риж, имеются данные примерно за 500 лет. Именно они показали существование вариаций порядка шести веков, поэтому эти вариации стали называть «вековыми». Сейчас этот термин объединяет все циклические изменения геомагнитного поля, генерируемые процессами в жидком ядре. На основании археоманитных данных, т. е. изучения результатов магнитного поля в прошлом по намагниченности керамических изделий, установлено, что **спектр вариаций дискретен** и состоит из следующих периодов (характерное время с точностью $\pm 10\%$): 600, 900, 1200, 1800, 2700, 3600, 5400 и 8000 лет. Две предпоследние цифры (3600 и 5400) уточнены по палеомагнитным исследованиям, поскольку археоманитные ряды недостаточно длинны для уверенного выделения периодов. При палеомагнитных исследованиях они определяются либо непосредственно (подсчетом годовых слоев в ленточных глинах), либо уточняются по сравнению с археоманитным спектром. По палеомагнитным данным наибольший из периодов оценивается как 9 тыс. лет: разница в тысячу лет не выходит за пределы точности определения периодов. Кроме того, в настоящее время нельзя сказать гармонические или циклические колебания отражают наблюдаемые на поверхности Земли вариации, т. е. не ясно, что именно определяется анализом, период или характерное время (скорее всего, последнее). Надо иметь также в виду, что периоды и характерные времена могли быть другими в прежние геологические эпохи.

Несмотря на интенсивные исследования геомагнитологов разных стран, экспериментальное изучение вековых вариаций далеко не закончено. Требуют серьезной

доработки и методы анализа: в настоящее время далеко не всегда можно разобраться, какие из выделенных при анализе периодов отражают записанные намагниченностью осадков изменения геомагнитного поля, а какие вносятся самой обработкой.

Независимо от всего сказанного выше, можно утверждать, что в жидком ядре имеют место **мелкомасштабные движения**, которые с позиций теории крупномасштабного динамо являются вторичными. Одни из них отражают процессы, присутствующие самому динамомеханизму — его внутреннюю неустойчивость. Другие могут возникать от внешних (по отношению к динамомеханизму) причин, например, при взаимодействии основных потоков с неоднородностями границы ядро — мантия.

МАК-ВОЛНЫ

Колебания, связанные с неустойчивостью гидромагнитного динамо, уверенно предсказываются теорией. При азимутальной симметрии скоростей и магнитных полей внутри ядра, поле, выходящее на поверхность Земли (**полоидальное поле**, которое мы наблюдаем на поверхности), не может возникнуть — это доказано строго математически. Как будто бы в сферическом ядре такой неоднородности откуда-то взялась. Те же неоднородности, о которых шла речь выше, не азимутальны. Выходом из такого положения может быть существование волн, возникающих при балансировке магнитных, архимедовой и кориолисовой сил (МАК-волны). Обегая Землю в широтном направлении, они создают **«мгновенную» асимметрию**. Такая асимметрия, как показал С. И. Брагинский, достаточна для генерации полоид-

ального поля. Возможность возникновения МАК-волн показана теоретически, и периоды этих волн, согласно оценкам С. И. Брагинского, имеют тот же порядок, что и выделенные археомагнитными исследованиями колебания. Какие из колебаний выделенного спектра являются МАК-волнами, в настоящее время сказать нельзя. Есть основание считать, что к МАК-волнам относится колебание с $T \sim 1200$ лет и, безусловно, колебание с $T \sim 8-9$ тыс. лет, последнее рассматривается в теории как собственное колебание динамо-механизма в целом.

Формально можно было бы все известные вариации описать как МАК-волны, создавая соответствующую математическую модель. Однако есть некое обстоятельство, которое заставляет или хотя бы позволяет предположить другую причину возникновения колебаний: морфология вековых вариаций и некоторые особенности их поведения кажутся связанными с мировыми магнитными аномалиями, отражающими неоднородность границы ядро — мантия.

МИРОВЫЕ МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ

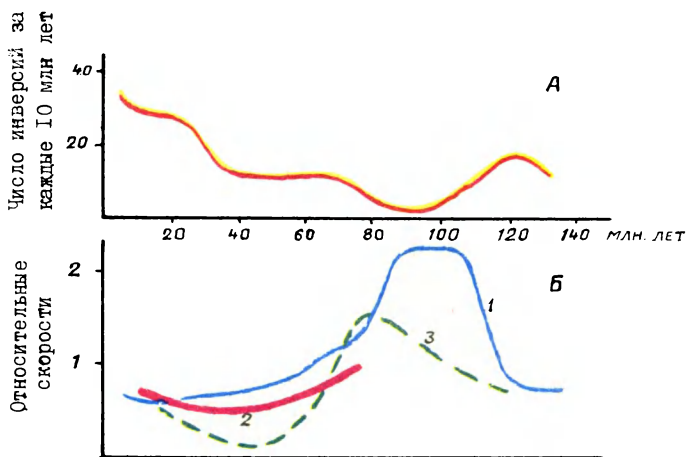
Наличие мировых аномалий и их особенности позволили уже несколько десятилетий тому назад говорить, что они связаны с границей ядро — мантия и отражают ее неоднородности. Действительно, линейные масштабы мировых аномалий (тысячи километров) и бросающееся в глаза **отсутствие связи с корой** — они пересекают геологические структуры коры, переходят с материков на океаны — не позволяют искать первопричину их в литосфере. Амплитуда аномалий по напряженности — до 20 % от дипольного поля Земли — не может быть обеспечена ман-

тией: при температуре мантии все входящие в ее состав минералы парамагнитны (если не диамагнитны). Процессы в жидком ядре возобновляются каждые десять тысяч лет, а районы мировых аномалий являются особыми в течение всего кайнозоя: к этим регионам приурочены во время инверсии геомагнитного поля в основном **виртуальные магнитные полюсы**¹ (Земля и Вселенная, 1992, № 3, с. 5). И, наконец, вся система изолиний мировых аномалий подвержена западному дрейфу, тогда как центры их в конечном счете остаются на месте. Западный дрейф отражает процесс в верхней части ядра, неподвижность центра свидетельствует о связи с твердой фазой — мантией.

В настоящее время построены подробные карты морфологии границы ядро — мантия, рассчитанной как по современному магнитному полю, так и на основании палеомагнитных данных.

Сравнительно недавно — лет 10—15 — к магнитным данным присоединились данные гравитационных и сейсмических наблюдений. С одной стороны, интерполяция этих данных на уровень, соответствующий верхней границе ядра, показывает существование на этом уровне неоднородностей сейсмического и гравитационного полей; с другой стороны, возросшая точность сейсмических данных позволяет выделить пограничный слой, в котором неоднородности рельефа вполне вероятны. Итак, неоднородности строения границы ядро — мантия можно считать реальными и, независимо от при-

¹ Виртуальный геомагнитный полюс формально рассчитывается по дипольному закону без доказательства, что поле действительно дипольно.



Связь процессов в ядре Земли с процессами в мантии. А — число инверсий — «переполусовок» геомагнитного поля. Б — относительные скорости тектонических процессов (по отношению к современным) и движение палеомагнитного полюса. 1 — относительная скорость раздвижения плит Тихого и Атлантического океанов; 2 — относительная скорость наращивания новой коры в срединных хребтах Тихого и Атлантического океанов; 3 — движение палеомагнитного полюса (по Д. М. Печерскому)

роды этих неоднородностей — рельефные они или температурные, — взаимодействие основных конвективных потоков с этими неоднородностями может породить мелкомасштабную турбулентность. Возможно, что такие взаимодействия являются причиной колебаний периодичностью 600, 900 и 2700 лет. Эти колебания по имеющимся сейчас данным имеют четко выраженный региональный характер.

Непосредственно под границей с мантией находится особый тонкий слой толщиной около 20 км, исследованный С. И. Брагинским. Он возникает вследствие гравитационной дифференциации и всего на доли процента отличается по плотности от нижележащих слоев, но достаточно для того, чтобы магнитные процессы в нем резко отличались от происходящего в остальном ядре. Реальность существования такого слоя подтверждается наличием среди изменений магнитного поля резких кратковременных изменений — экскурсов — которые не могут найти объяснения в рамках основного динамо-механизма.

Период колебаний в 9 тыс.

лет — максимальный и может возникнуть в ядре за счет собственных для жидкого ядра процессов. Это колебание проявляется в изменении магнитного момента Земли, т. е. имеет четко выраженный глобальный характер. Однако анализ палеомагнитных данных фанерозоя (670 млн лет) показывает существование значительно больших периодов. Они проявляются в изменении не только магнитного момента Земли, но также и частоты инверсий, а также в том, что прямая (соответствующая современному полю) или обратная полярность преобладает. Здесь можно назвать колебания периодов приблизительно 55, 110, 185, 290 млн лет (имеющийся разброс данных $\pm 10\%$). Совершенно ясно, что эти колебания наведенные. Какие-то процессы вне ядра, скорее всего в нижней мантии, модулируют процессы, происходящие в ядре.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С МАНТИЕЙ

Предположение о связи характерных времен в изменениях геомагнитного поля

порядка десятков и сотен миллионов лет с процессами в мантии высказывались неоднократно. Это вывлекается, например, в корреляции между активностью ядра, проявляющейся в частоте инверсий (переполусовок магнитного поля) и движениями литосферных плит, отражающих конвекцию в мантии. Недавно был предложен механизм такой связи. Предполагается, что при образовании плюмов² в слое, примыкающем к границе ядро — мантия со стороны мантии, этот слой, и без того тонкий, еще утончается. Связанное с этим нарушение температурного градиента требует для компенсации дополнительного притока тепла из ядра. Конвективный перенос дополнительного тепла осуществляется за счет увеличения скорости конвективных движений, что, в свою очередь, отражается на процессах генерации магнитного поля. В частности, может произойти переход динамо из устойчивого состояния, когда инверсий не происходит и на Земле длительно

² Плюм — восходящий поток перистой структуры

существует поле одной полярности, в неустойчивое, когда режим генерации нарушается и магнитное поле многократно меняет свою полярность. Это предположение опирается на установленную экспериментально корреляцию между интенсивностью образования плюмов и частотой инверсий. Так в перми, когда в течение 60 млн лет поле сохраняло прямую полярность, образование плюмов было особенно интенсивным, как об этом можно судить по разрастанию океанического дна, деятельности океанических вулканов, платформенному (трапповому) вулканизму.

Это предположение кажется вполне вероятным, хотя, естественно, наверное будут возникать и обсуждаться другие гипотезы.

ЭВОЛЮЦИЯ ЯДРА

В настоящее время палеомагнитные исследования охватывают уже 2,5 млрд лет. В качестве весьма предварительного вывода можно сказать, что характерные времена наведенных процессов, отражающихся в изменении величины магнитного момента и частоты инверсий, в верхнем рифее были значительно больше, чем в фанерозое, хотя ампли-

туда вариации магнитного момента была такой же. Изменение характерных времен такого порядка, если оно подтвердится дальнейшими исследованиями, будет говорить об эволюции процессов в нижней мантии. Это не исключает, вообще говоря, эволюции ядра, но об эволюции ядра самого по себе можно будет судить, когда удастся изучить тонкую структуру геомагнитного поля в докембрии: периоды вековых вариаций, закономерности протекания инверсий, режим и длительность экскурсов. Покамест изучение этих характеристик не поддается усилиям палеомагнитологов.

АСИММЕТРИЯ ЖИДКОГО ЯДРА

Особым районом на поверхности земного шара по магнитным и палеомагнитным данным является сектор между долготами 120 и 180° в. д. С ним соседствует крупнейшая из мировых аномалий — так называемый **Восточно-Сибирский овал**. В секторе наблюдаются виртуальные полюсы для большинства кайнозойских инверсий. И, наконец, **магнитный центр Земли** — центр диполя, наилучшим образом опи-

сывающего магнитное поле на поверхности планеты, смещен от ее центра к экваториальным широтам этого сектора и сохраняет смещение, как показывает анализ палеомагнитных данных, по меньшей мере в течение 400 млн лет. Полученные данные свидетельствуют в пользу предположения о **асимметрии жидкого ядра Земли**. Если же жидкое ядро асимметрично, то, возможно, это наряду с МАК-волнами обеспечивает асимметрию, необходимую для генерации полоидального поля. По данным сейсмологии такая асимметрия вполне реальна. Существование экваториальной асимметрии фигуры Земли может быть косвенным доводом в пользу такого предположения, так как максимальный экваториальный радиус геоида совпадает по направлению со смещением магнитного центра Земли.

Дальнейшее развитие наук о Земле, в частности, палеомагнитных исследований, которые дают возможность в настоящее время получать численные характеристики геомагнитного поля уже за 2,5 млрд лет, позволит лучше понять процессы, протекающие в ядре Земли, и их взаимосвязь с процессами в мантии.

НОВЫЕ КНИГИ

Астрономическое общество выпустило в свет аннотированный указатель «Учебная и популярная литература по астрономии». В указатель вошли учебники, научно-популярные книги и статьи, опубликованные в 1980—1992 гг. на русском языке. Посobie адресовано преподавателям астрономии вузов, учителям, руководителям астрономических кружков и любителям

астрономии. Особенностью издания является весьма подробная рубрикация (всего 17 рубрик), от книг и статей общего содержания до отдельных разделов астрономии. Отдельными рубриками представлены, например, проблемы жизни во Вселенной, космонавтика, любительское астроприборостроение, применение вычислительной техники, релятивистские объекты и др.

К сожалению, из-за непомерно возросших цен на издательские услуги, в свет вышел пробный тираж — 250 экз. Для определения массового тиража Астрономическое общество просит организации, учреждения и частных лиц направлять заявки на книгу по адресу: 398020, г. Липецк-20, Ленина, 42. Пединститут. Палеев А. Б.

Теория фигуры планет

А. В. КОЗЕНКО,

кандидат физико-математических наук

Объединенный институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН

В эпоху бурного развития науки и возникновения новых концепций в ее самых различных областях представляет определенный интерес рассказ о «старой» научной теории, которой в этом году исполняется 250 лет. Несмотря на свой почтенный возраст она не только жива, но, детально развитая к настоящему времени, активно используется как важнейший рабочий инструмент в современных теоретических исследованиях по внутреннему строению и физике недр планет.

ТРИ ЭТАПА РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ

По-видимому, первым, кто осознал ключевое значение закона всемирного тяготения в объяснении формы небесных тел, был Исаак Ньютон (1643—1727). В книге «Математические начала натуральной философии» (1687)

он рассмотрел вопрос о фигуре Земли в предположении ее однородности и постоянной угловой скорости вращения и пришел к выводу, что она должна представлять собой слегка сплюснутый у полюсов сфероид. Им же было получено соотношение $e = (5/4)m$ между сжатием, характеризующим сплюснутость меридионального сечения, и отношением центробежной силы на экваторе к силе тяжести. Через три года Христиан Гюйгенс (1629—1695), не верящий во взаимное притяжение материальных частиц, но допускающий существование притяжения, направленного к фиксированной точке, предложил модель, в которой сила тяготения Земли — единая центральная сила, изменяющаяся обратно пропорционально квадрату расстояния от центра. Гюйгенс для своей модели получил $e = (1/2)m$ в случае малого отклонения от сферичности. Этот результат, по современным представлениям, экви-

валентен модели с бесконечной плотностью в центре Земли. Измеряемое же значение e для Земли заключено в пределах между значениями, соответствующими моделям Ньютона и Гюйгенса, что свидетельствует о существенно неоднородном распределении вещества в недрах нашей планеты и о его заметной концентрации с глубиной. Действительно, подобная ситуация достаточно очевидна для реальных планет, ведь возрастание плотности с глубиной есть следствие как просто сжатия, так и увеличения содержания более тяжелых элементов к центру планеты (возможно как из-за неоднородной аккреции, так и из-за происшедшей впоследствии гравитационной дифференциации).

Алексис Клод Клеро (1713—1765) был первым, кто поставил и в принципе решил вопросы теории фигуры медленно вращающихся неоднородных тел в своем блестящем трактате, вышед-

шем в Париже в 1743 г.¹ Рассмотрев самогравитирующую конфигурацию, состоящую из квазисферических слоев различной плотности, он показал, что **уровенные поверхности** должны совпадать с поверхностями равной плотности. Им было получено **интегродифференциальное уравнение**, определяющее сжатие e уровнях поверхностей как функцию глубины и показано, что в первом приближении, в котором пренебрегается членами порядка e^2 , форма уровенных поверхностей совпадает с эллипсоидами вращения. Очевидно, этот метод можно применять лишь для $e \ll 1$, т. е. в случае медленного вращения, когда m можно рассматривать в теории фигуры как малый параметр. Примечательно, что Клеро угадал возможность применения своей теории не только к Земле, но и к другим планетам. Так в заключении книги он писал: «Изложенная нами теория находится уже в соответствии и с маятниковыми измерениями силы тяжести, и с наблюдаемым сжатием Юпитера»². Клеро не имел предшественников в исследовании фигуры неоднородных тел. Именно с него начинается первый период развития теории, и Клеро можно по праву считать основоположником теории фигуры планет. Труд Клеро был настолько совершенен и закончен, что дальнейшее существенное развитие теории получила почти через полторы сотни лет. Однако в течение всего **первого периода** теория уточнялась и совершенствовалась.

Адриен Мари Лежандр (1752—1833) ввел понятие гравитационного потенциа-

ла и, развивая общую теорию притяжения однородного эллипсоида, показал, что уровенные поверхности Маклорена твердотельно вращающегося тела можно рассматривать как такие поверхности, на которых сумма гравитационного и центробежного потенциалов постоянна. В 1789 г. он нашел метод непосредственного определения фигур равновесия, близких к сфере, для любой сферической гармоники. Лежандр задает в каждой точке малые отклонения фигуры равновесия от сферы, определяет это отклонение в функциях сферических координат и выражает потенциал через полиномы Лежандра.

В этих исследованиях с Лежандром соперничал Пьер Симон Лаплас (1749—1827). Именно он первым ввел сферические гармоники и получил дифференциальное уравнение, носящее его имя. Также он впервые доказал, что в твердотельно вращающейся фигуре равновесия, т. е. гидростатически равновесной, уровенные поверхности Маклорена совпадают как с поверхностями равной плотности, так и с поверхностями равного давления. Таким образом стало ясно, что теория Клеро справедлива для планет, находящихся в гидростатическом равновесии, или которые можно считать таковыми с некоторым приближением. Лапласом также было показано, что эллипсоид, мало отличающийся от сферы, является фигурой равновесия даже, если он находится под влиянием притяжения со стороны другого тела. Им же было получено в 1825 г. первое приближение в сферических функциях, введено понятие **баротропы**, т. е. модели, в которой давление p является функцией плотности q : $p = p(q)$ и решено уравнение для сферической **политропы**

показателя $n=1$. (Политропой называется баротропа, в которой зависимость давления от плотности имеет вид: $p = Kq^{(n+1)/n}$, где K и n — постоянные ($0 \leq n \leq 5$). Политропное состояние описывает частный случай конвективного равновесия.)

В 1829 г. Симеон Дени Пуассон (1781—1840) получил дифференциальное уравнение, связывающее гравитационный потенциал во внутренней точке тела с плотностью в ней. Уже через пять лет Карл Густав Якоб Якоби (1804—1851) обнаружил, что фигурами равновесия могут быть не только осесимметричные конфигурации, в качестве примера построив эллипсоид с тремя неравными осями — эллипсоиды Якоби. В том же 1834 г. Жозеф Ливилль (1809—1882) опубликовал аналитическое доказательство результата Якоби, а в 1843 г. он описал свойства последовательности линейной серии **сфероидов Маклорена и эллипсоидов Якоби**.

Во второй половине XIX в. выдающихся результатов в теории фигуры достиг Жюль Анри Пуанкаре (1854—1912). Им была создана общая теория равновесия и устойчивости эллипсоидальных конфигураций, введено понятие **фигур бифуркации**. В так называемой точке бифуркации от последовательности сфероидов Маклорена «ответвляется» последовательность эллипсоидов Якоби (это происходит с увеличением момента количества движения вращающегося тела), причем последний сфероид Маклорена является первым эллипсоидом Якоби — фигурой бифуркации. В 1885 г. Пуанкаре показал, что при продолжении серии Якоби будет достигнута следующая точка бифуркации, с которой берет начало другая серия равновесных конфигураций, так называемых **грушевидных**

¹ А. Клеро. Теория фигуры Земли, основанная на началах гидростатики, М.: изд-во АН СССР, 1947.

² Там же, с. 220.

фигур равновесия. Следует отметить, что грушевидные фигуры впервые были открыты русским математиком А. М. Ляпуновым годом ранее, но его работы долгое время оставались неизвестны на западе.

Второй период развития теории фигуры планет связан с именем Джорджа Дарвина (1845—1912) (сына знаменитого натуралиста Чарлза Дарвина). К концу века, благодаря работам А. М. Ляпунова, стало ясно, что неоднородные конфигурации описать эллипсоидальными фигурами равновесия невозможно. Поэтому в дополнение к сжатию e Дарвин ввел функцию k , характеризующую отличие сфероида от эллипсоида вращения во втором порядке по m . В 1899 г. он получил систему двух уравнений для функций e и k . Используемый Дарвином искусственный прием можно, по сути, свести к методу Лежандра—Лапласа. Однако этот метод не строг, так как ряд Лежандра расходится в области между сферой и уровневой поверхностью. В 1903 г. Ляпунову удалось получить строгое решение проблемы без использования разложения Лежандра путем введения вспомогательного параметра. Однако схема Ляпунова очень громоздка и ее нельзя использовать для получения уравнений теории фигуры в явном виде. Самому Ляпунову удалось показать только, что его метод в первом приближении приводит к уравнению Клеро. Но второе приближение оставалось не только недостаточно обоснованным, но и сами уравнения имели слишком сложный вид, затруднявший их практическое использование. Лишь после введения в качестве независимой переменной **среднего радиуса S** (радиус сферы эквивалентного объе-

ма) Вилленом де Ситтером (1872—1934) уравнение фигуры в виде «стандартного сфероида второго приближения» получило более простой вид. Это уравнение справедливо носит имя уравнения Дарвина—де Ситтера.

Уравнение Дарвина—де Ситтера уже допускало решения при различных упрощающих предположениях, которые и были получены Р. Радо, Л. Лихтейнштейном, Р. Вавром и некоторыми другими. Появились первые работы по дифференциальному вращению. Здесь следует отметить исследования Пьера Дива и Гуго фон Цейпеля, который в 1924 г. показал, что угловая скорость может зависеть только от расстояния до оси вращения l . Важные результаты в теории фигуры были получены Джеймсом Джинсом (1877—1946). Он рассмотрел вопрос, будет ли последовательность твердотельных вращающихся неоднородных центрально конденсированных тел повторять классическую схему Маклорена—Якоби. Джинс обнаружил, что показатель политропы n служит мерой центральной конденсации и что для $n \geq n_c \approx 0.8$ схема Маклорена—Якоби не существует. Она обрывается не достигая точки бифуркации, так как начинается экваториальное истечение. Им же было показано, что грушевидные конфигурации неустойчивы и поэтому возможно деление вращающейся конфигурации на две отдельные фигуры. Эти положения Джинса имели значение для развития теории звезд и космогонии. Артур Эддингтон (1882—1944), бывший в то время президентом Королевского астрономического общества, вручая Джинсу Золотую медаль, сказал: «Недостаточно иметь дело с теоретическими жидкими массами. Астроном же-

лает знать, как изменятся результаты, когда мы примем во внимание неоднородность или газообразность действительных звезд»³. В середине тридцатых годов стажировавшийся у Эддингтона Субрахманьян Чандрасекар, впоследствии ставший Нобелевским лауреатом, выполнил цикл работ по теории фигур вращающихся политроп, разработав ряд тонких методов и сделав обобщение на случай двойных систем, позволившее изучать приливные эффекты. В последней работе этого цикла он особо подчеркнул зависимость параметров фигуры, в частности сжатия l , от закона распределения плотности, т. е. индекса политропы, и попытался применить полученные результаты для описания фигуры Земли и других планет. В этих пионерских работах сделаны первые шаги по изучению внутреннего строения планет на основе параметров их фигур. Подобные исследования проводили также Гарольд Джеффрис, В. Г. Фесенков, Р. Вильдт, В. Г. Рамзей, В. К. де Маркус, А. Г. Масевич и П. Пиблс.

Третий, современный этап развития теории фигуры планет открывается циклом работ российских ученых В. Н. Жаркова и В. П. Трубицына. Начала ему положила статья 1969 г., в которой приведены соотношения, описывающие фигуры вращающейся планеты в виде сфероида третьего приближения. Фигура третьего приближения искалась путем введения дополнительного параметра третьего порядка малости h , обобщающего стандартный сфероид Дарвина—де Ситтера. В работе получена система трех уравнений для функций e , k и h .

³ А. В. Козенко. Джеймс Хопвуд Джинс. М.: Наука, 1985, с. 89—90.

В. П. Трубицыным было также показано, что расходящиеся члены в разложении потенциала Лежандра—Лапласа взаимно компенсируются, и доказано, что разложение Ляпунова во всех порядках совпадает с разложением Лежандра—Лапласа, используемом при выводе уравнений фигуры различных приближений. Несколько позже им же с сотрудниками был развит и реализован на ЭВМ метод вывода интегродифференциальных уравнений фигуры произвольного порядка.

В. Н. Жарков и В. П. Трубицын вывели уравнения теории фигуры в таком виде, который допускал возможность их решения. Ими же и были найдены аналитические решения для различных моделей распределения плотности: модель Ньютона (постоянной плотности), обобщенная модель Роша (несжимаемое ядро и невесомая оболочка), политропа единичного индекса, линейное распределение плотности и квадратичное распределение плотности (распределение Роша). В. Н. Жарковым и А. В. Козенко было сделано обобщение аналитического решения для распределения Роша на случай ненулевой поверхностной плотности и получено решение для всех трех параметров e , k и h с точностью до третьего порядка малости в виде степенных рядов с рекуррентными соотношениями. А. В. Козенко также нашел аналитическое решение системы уравнений пятого приближения для распределения Роша. В. Н. Жарков и В. П. Трубицын с сотрудниками разработали численные методы для интегрирования на ЭВМ систем уравнений теории фигуры любого приближения для произвольного распределения плотности по радиусу. Следует отметить, что до работ В. Н. Жаркова и

В. П. Трубицына уравнения теории фигуры даже второго приближения считались столь сложными, что никем точно не решались, в том числе и на ЭВМ, а их решения всегда находились при различных упрощающих предположениях. В работах В. Н. Жаркова и В. П. Трубицына разработаны методы, позволяющие определять параметры фигуры и гравитационного поля планеты с любой необходимой точностью для произвольного заданного уравнения состояния вещества.

Построенная теория фигуры и гравитационного поля равновесных твердотельно вращающихся планет допускает обобщения на случай дифференциального вращения и на случай, когда имеется гравитационное возмущение со стороны внешних тел. По предложению В. Н. Жаркова американский исследователь У. Б. Хаббард, в то время стажировавшийся у него, в 1974 г. сделал численные оценки влияния дифференциальности вращения Юпитера на параметры его гравитационного поля. А в 1975 г. А. В. Козенко развил аналитическую теорию политропы единичного индекса со слабодифференциальным вращением. В 1978 г. В. П. Трубицын с сотрудниками получил систему уравнений, решение которых определяет фигуру и гравитационное поле планет с произвольным уравнением состояния и произвольной зависимостью угловой скорости от расстояния до оси вращения. Годом ранее им же была получена система нелинейных уравнений гидростатических приливов, которые описывали фигуру и гравитационное поле планеты с одновременным учетом эффектов приливов и вращения.

В 1985 г. В. Н. Жарковым, В. В. Леонтьевым и А. В. Козенко развита тео-

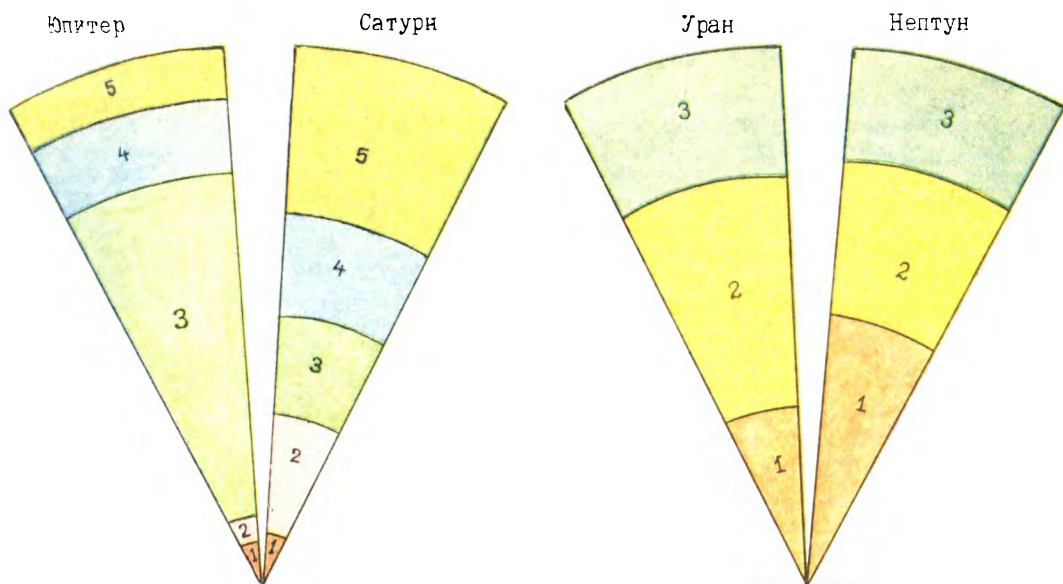
рия фигуры синхронно вращающихся спутников в гравитационном поле планеты. Рассчитаны параметры фигуры и гравитационного поля для пробных двух- и трехслойных моделей галлеевых спутников Юпитера, Титана и ледяных спутников Сатурна. Полученные к тому времени в результате космических исследований данные о фигурах некоторых спутников позволили сделать предварительные заключения об их возможном внутреннем строении.

Естественно, что развитие теории фигуры планет истекало из потребности иметь совершенный рабочий аппарат для построения моделей планет. Но для создания модели планеты необходимо также знать закон, по которому сжимается смесь веществ, составляющих ее недра. Необходимые для построения моделей уравнения состояния были получены в ряде работ В. Н. Жаркова, В. А. Калинина и В. П. Трубицына и, как и теория фигуры, приведены в обобщающей монографии⁴. Можно сказать, что после выхода этой книги В. Н. Жаркова и В. П. Трубицына теория внутреннего строения планет превратилась в раздел физической науки.

МОДЕЛИ ПЛАНЕТ

Как известно, планеты в Солнечной системе подразделяются на две группы: планеты земной группы и планеты-гиганты. В первую входят Меркурий, Венера, Земля и Марс, а во вторую — Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Все планеты земной группы и спутники планет в разной степени отклоняются от гидростатического равновесия. Об

⁴ В. Н. Жарков, В. П. Трубицын. Физика планетных недр. М.: Наука, 1980.



На схематическом разрезе выделены: 1) внутреннее ядро, состоящее из тяжелых элементов; 2) внешнее ядро из того же вещества, но с добавкой гелия; 3) оболочка из металлизированного водорода; 4) внутренняя молекулярная оболочка с добавкой более тяжелых элементов; 5) внешняя молекулярная оболочка из водорода и гелия с добавкой метана и аммиака

давление и температура водорода равны 13 бар и 33 К. При давлениях и температурах выше критической не существует границы между газовой и жидкой фазами молекулярного водорода. Но Юпитер и Сатурн почти сплошь состоят из водорода, а Уран и Нептун имеют мощные водородные оболочки, толщиной почти в четверть радиуса планет, причем во всех четырех планетах водород находится в закритической области. Поэтому газовая атмосфера при движении к центру планеты с увеличением давления уплотняется и непрерывно переходит в жидкое состояние так, что резкой границы между атмосферой и собственно планетой не существует. Следовательно, можно считать, что недра всех планет-гигантов, исключая лишь их небольшие самые центральные области, находятся в газожидком состоянии.

этом свидетельствуют прежде всего результаты измерений их гравитационных полей, а также некоторые теоретические соображения. Поэтому очевидно, что теория фигуры вращающихся сжимаемых равновесных конфигураций может являться теоретическим аппаратом при изучении внутреннего строения прежде всего планет-гигантов.

Представление о газожидком состоянии планет-гигантов было разработано в конце 60 — начале 70-х гг. В. Н. Жарковым и В. П. Трубицыным в России и У. Б. Хаббардом в США. Критическое

Недра планет состоят из: 1) ядра из тяжелых элементов; 2) внутренней оболочки из водорода гелия и воды; 3) молекулярной оболочки из водорода, гелия, метана и аммиака

характерные зоны. Правда, в реальных планетах вещество различных зон частично перемешано, и сами зоны могут иметь определенную структуру. Современные адиабатические модели планет-гигантов построены в 1974 г. В. Н. Жарковым и В. П. Трубицыным с сотрудниками. Недостаточная точность данных наблюдений заставила авторов первых моделей ограничиться двухслойными моделями. Но уже по этим моделям удалось достаточно точно оценить валовой химический состав всех планет.

Современные модели Юпитера свидетельствуют о значительном обогащении внутренних водородных оболочек гелием; масса ядра

оценивается у него $\sim 5M_{\oplus}$ (M_{\oplus} — масса Земли). Для Сатурна масса ядра получается в $4 \div 5$ раз больше $\sim 20 \div 25 M_{\oplus}$, а гелия в атмосфере меньше. Последние модели Урана и Нептуна, построенные на основе уточненных данных о гравитационном поле обеих планет, являются юпитероподобными. У них водородно-гелиевая оболочка имеет двухслойное строение и простирается вплоть до ядра. Выявлено двукратное обогащение льдами наружной оболочки Нептуна по сравнению с таковой для Урана. Радиус ядра Нептуна примерно в 1,5 раза больше, чем Урана. Новые модели подтвердили выводы о заметной потере газа всеми планетами-гигантами. Построенные модели позволили наметить следующие две тенденции в ряду планет-гигантов.

1. Содержание свободного водорода систематически убывает от Юпитера к Нептуну.

2. Концентрация льдов в

наружной газовой оболочке систематически растет при переходе от Юпитера к Нептуну.

Обе эти закономерности могут быть истолкованы как указания на систематический рост возраста планет при переходе от Юпитера к Нептуну. Резюмируя, отметим, что модели нового поколения приводят к выводам, которые находятся в хорошем согласии с космогонической концепцией О. Ю. Шмидта.

Большой интерес может иметь распространение теории фигуры равновесных планет на планеты земной группы. Недавно В. Н. Жарков и Т. В. Гудкова построили модель эффективно равновесной фигуры Марса⁵. Это наиболее неравновесная планета, и к тому же ее гравитационное поле в настоящее время определено с большей детальностью, чем было известно гравитацион-

⁵ В. Н. Жарков, Т. В. Гудкова. *Астрономический вестник*, т. 27, № 2, 1993.

ное поле Земли до начала космической эры. Поэтому расчет гравитационного поля и фигуры для равновесной модели служит, в конечном итоге, для уточнения отклонения параметров гравитационного поля и фигуры реальной планеты от их равновесных значений. В работе выявлена такая нетривиальная деталь, как необходимость внесения поправки, связанной с изменением угловой скорости вращения ω из-за перераспределения масс при переходе к эффективно равновесной планете.

Теория фигуры планет может использоваться и для построения эффективно равновесных моделей других планет земной группы и, в том числе, Земли. Начавшись 250 лет назад с книги А. Клеро о фигуре Земли, эта теория, в настоящее время детально развитая, с успехом применяется для решения принципиальных вопросов при исследовании внутреннего строения Земли и планет.

Информация

Возможность управлять вечной мерзлотой

Феномен вечной мерзлоты не выдерживает напора преобразующей деятельности человека, а разрушение мерзлого слоя грунта делает невозможным какое-либо строительство. Сохранение многолетней мерзлоты — необходимое условие освоения Севера и Сибири. Поэтому предотвращение размораживания деятельного слоя криолитозоны — важнейшая проблема, над которой работают специалисты-мерзлотоведы. Несколько лет назад было сконструировано теплоизоляционное покрытие из пенопласта. Оно заметно понижало

глубину летнего протаивания грунта. Однако, имея высокие изолирующие свойства летом и низкие зимой, не гарантировало сохранение мерзлотных условий на достаточно длительное время. Под руководством члена-корреспондента РАН В. П. Мельникова ученые занялись поиском других, более подходящих материалов.

На мерзлотном стационаре петербургского института ВСЕГИНГЕО, расположенном на Гыданском полуострове, к северу от 70-ой параллели, в течение четырех лет проходили лабораторные и полевые испытания экранов из быстротвердеющих карбамидных пен. Пенный экран толщиной 10—14 см, со множеством пор и ячеек жадно впитывает влагу атмосферных осадков и позволяет выдерживать множество циклов замерзания — оттаива-

ния и увлажнения — сушки. Летом экран обладает высокими теплоизолирующими свойствами из-за низкой теплопроводности верхнего протаявшего слоя мерзлого экрана; зимой обретает высокую теплопроводность из-за интенсивной «закачки» холода в массив грунта. В результате, полностью исключается протаивание криолитозоны в летний период, и мерзлота сохраняется практически неограниченно долго. А это означает, что можно восстановить уже нарушенный мерзлотный режим, компенсировать разрушающее техногенное воздействие, предотвратить эрозию и деградацию почвенного покрова. В конечном счете речь идет об управлении тепловым состоянием криолитозоны.

Доклады РАН, 1993, № 6, т. 330

Проблемы космического мусора

Л. В. РЫХЛОВА,
доктор физико-математических наук
зав. отделом Института астрономии РАН

Веками Космос представлялся человеку далеким от земной суеты. 35 лет назад на небе появились «рукотворные звезды» — искусственные спутники Земли,— предмет гордости, гимн человеческому разуму и рукам, творящим чудо. И только сейчас, через 35 лет после начала космической эры, мы начинаем понимать, что земная

цивилизация должна рассматривать себя в единстве с окружающим космосом, не оставаясь безразличной к происходящим в нем изменениям, соизмеряя свои действия с долговременными интересами человечества и не допуская ничего, что было бы опасно для обитателей Земли. Человек XX в. уже не

только исследует, но и вторгается во Вселенную. Он обязан помнить, что иногда даже самый слабый начальный толчок может спровоцировать процесс, способный в дальнейшем развиваться самостоятельно, становясь необратимым и неуправляемым, вовлекая все новые массы вещества и энергии.

ЧТО ТАКОЕ ОКОЛОЗЕМНЫЙ КОСМОС?

С точки зрения геофизики, околоземное космическое пространство — это несколько защитных оболочек Земли. Главные из них — верхняя атмосфера (до высоты 1000 км), защищающая все живое от коротковолнового излучения Солнца, и магнитосфера, спасающая Землю от потоков корпускулярного солнечного ветра.

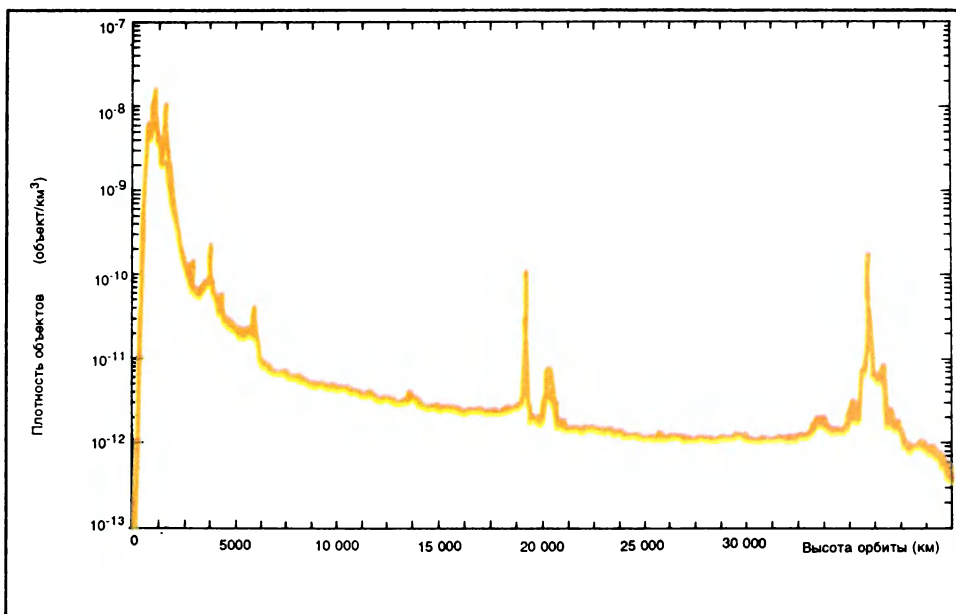
С точки зрения астрономии — это пространство, практически свободное от объектов, интересующих аст-

рономов. При движении вокруг Солнца Земля проходит сквозь потоки метеорных тел, являющихся частью межпланетной среды. Их природа сравнительно хорошо изучена. Они очень похожи на гранулы песка, имеют средний удельный вес $0,5 \text{ г/см}^3$ и среднюю скорость 20 км/с. Если пренебречь сезонными вариациями, то количество метеорных тел, вторгающихся в околоземное пространство, более или менее постоянно, и общая масса их составляет около 200 кг (на высотах 2000 км от поверх-

ности Земли). Большая часть этой массы заключена в частицах размером около 0,01 см в поперечнике.

С точки зрения аэрокосмической службы, околоземное космическое пространство — это несколько орбитальных режимов для запусков искусственных объектов, предпочтительных с разных точек зрения.

Принято считать низкими орбиты со средней высотой, меньше 5875 км. На этих орбитах спутники имеют периоды обращения вокруг Земли меньше 225 мин. Высокие орбиты (средняя высо-



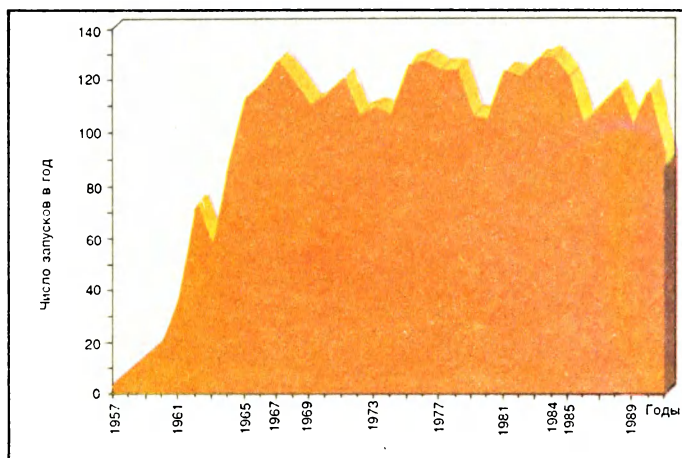
та больше 5875 км) определяются спутниками с периодами обращения вокруг Земли, равными или превышающими 225 мин. Переходные орбиты — это орбиты с высоким апогеем и низким перигеем для вывода объекта на геостационарную орбиту. Наконец, геостационарная орбита — уникальная область околоземного пространства. Идеальная геостационарная орбита имеет радиус 42164 км (т. е. средняя высота геостационарного спутника равна 35785 км) и лежит в экваториальной плоскости. Направление движения спутника, находящегося на этой орбите, совпадает с направлением вращения Земли, и полный оборот спутник совершает за $23^{\circ}56'4''$ (1436 мин). Спутник, находящийся на такой орбите, неподвижно висит над определенной (по долготе) точкой экватора. Геосинхронная орбита, как и геостационарная, определяется спутниками с периодом обращения 1436 мин, но в отличие от геостационарной

может иметь любое наклонение. Спутник на такой орбите описывает на небе видимую «восьмерку» в течение 24 ч, центр этой фигуры находится над экватором на высоте 35785 км.

За 35 лет активного освоения окружающего космического пространства в пределах двух тысяч километров над поверхностью Земли накопилось около 3 млн кг различных отходов (в 15 тыс.

Искусственные космические объекты сосредоточены преимущественно в трех областях: на орбитах до 5 тыс. км, около 20 тыс. км и 35 тыс. км

Самое большое количество запусков космических аппаратов пришлось на 1967, 1977 и 1984 гг.



раз больше массы естественных метеорных тел). Огромную часть отходов составляют разрушающиеся последние ступени ракет, спутники, исчерпавшие свои энергетические ресурсы, и лишь некоторая часть (около 40 тыс. кг) приходится на функционирующие космические станции и спутники. Примерно 1000 кг — частицы с размерами от 1 см и меньше.

Такая ситуация сложилась вследствие более 3400 запусков космических аппаратов на околоземные орбиты и к другим телам Солнечной системы. Здесь не учтены еще многочисленные неудачные запуски объектов, не достигших орбитальных скоростей.

Если в конце 50 — начале 60-х гг. количество выведенных на орбиту спутников исчислялось десятками, то с середины 60-х число запусков превышало 110—120 в год (в 90-х темпы немного понизились). По имеющимся оценкам, к 2000 г. ожидается появление в околоземном космическом пространстве до 15 тыс. крупно-размерных (более 10 см) искусственных объектов и более 100 тыс. фрагментов среднего размера 1—10 см. Рост «населенности» космоса в нынешнем десятилетии бу-

дет обусловлен новыми запусками, а в следующем — основным фактором станут столкновения между элементами космического мусора и их лавинная фрагментация.

Таким образом, энтузиазм человечества в освоении космоса привел к появлению нового класса космических объектов — космического мусора, — который значительно превосходит населенность метеорами размером больше 1 см (более мелкоразмерные частицы невозможно наблюдать, а следовательно, и посчитать. Примерная оценка — их сотни тысяч).

ЧТО ПРОИСХОДИТ ПОСЛЕ ЗАПУСКА

Каждый запуск сопровождается превращением химической энергии топлива в кинетическую, которая требуется для вывода космического аппарата на орбиту. Из общей «массы» каждого «запуска» примерно 85 % приходится на топливо, около 14 % на систему запуска и только 1 % составляет та полезная нагрузка, которая и будет служить навигационным, метеорологическим, коммуникационным и прочим целям.

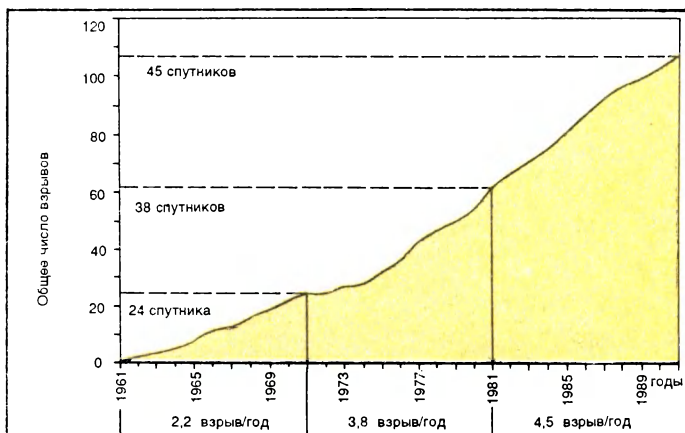
Дальнейшая судьба аппа-

ратов и деталей, сопутствующих запуску, может сложиться по-разному в зависимости от начальных условий запуска: они могут сгореть в атмосфере Земли, уйти от Земли в далекий космос или остаться на околоземной орбите.

Время активной жизни аппарата, т. е. выполнения той функции, для которой он создан и выведен на орбиту, ограничено многими причинами: могут выйти из строя механические или электронные компоненты, может не хватить энергии для поддержания той орбитальной геометрии, которая делает этот запуск целесообразным и т. п. Поэтому реальное время существования спутника на орбите оказывается в сотни раз больше, чем время его полезной работы. Из находящихся на низких орбитах около 6 тыс. объектов функционируют лишь 300. Оставшиеся 95 % можно классифицировать как мусор.

Кроме того, на разных орбитах ежегодно происходят единичные взрывы отработавших частей ракет с остатками топлива. Из-за неисправности батарей, ошибок командной системы, избытка или недостатка давления в топливных баках, детонации взрываются действующие аппараты. Бывали умышленные взрывы в целях сохранения секретности или при испытании оружия. Всего за 30 лет зафиксировано 108 взрывов.

Приведем пример, обсуждавшийся на конференции по космическому мусору (устоявшийся термин «Space

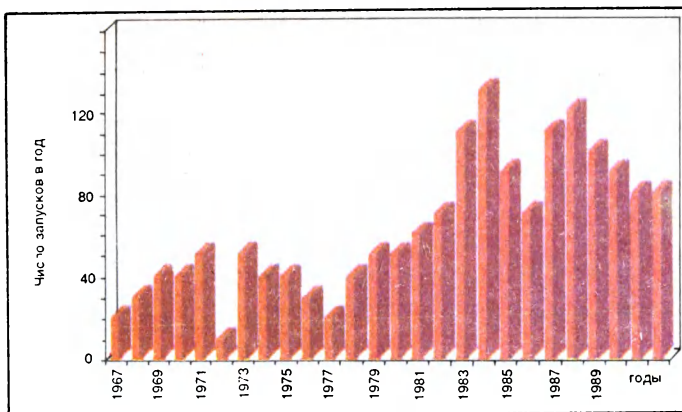


В 1961—71 гг. в среднем ежегодно происходило по 2,2 взрыва искусственных объектов в околоземном космическом пространстве, в 1971—1984 гг. по 3,8, в последнее десятилетие по 4,5

Debris») в г. Орlando (штат Флорида, США) в апреле 1993 г. представителями многих стран. Советская ракета «Протон» имеет репутацию высоконадежного средства. С ее помощью на самые разные орбиты выводились аппараты для исследования Луны, Марса, Венеры, орбитальные станции «Салют», «Мир», астрофизические обсерватории «Гранат» и «Астрон», стационарные спутники связи и навигационные спутники системы ГЛОНАСС. Всего до настоящего времени осуществлено более двухсот успешных запусков в трех- и четырехступенчатом варианте (заметим, что последняя, четвертая ступень ракеты-носителя «Протон» имеет в диаметре 3,7 м, ее длина 6,3 м и масса 3,4 т).

Впервые облако из очень крупных обломков (21 шт) было зафиксировано на переходной орбите после вывода космической обсерватории «Астрон» 23 марта 1983 г. Второй раз обломки обнаружили на высоте около 800 км после запуска спутника «Космос-1656», затем подряд в феврале и декабре 1991 г. на высоте 18 000 км после вывода двух «Космосов», принадлежащих навигационной системе ГЛОНАСС. К этому времени спутники «Космос-1519-21» и «Космос-1710-12» уже работали на орбите соответственно 7 и 6 лет. В феврале появилось около 30, в декабре — 26 наблюдаемых фрагментов. 5 сентября 1992 г. на высоте 850 км взорвался блок ракеты «Протон», вышедший на орбиту «Космос-1603». 62 фрагмента растянулись в диапазоне высот от 700 до 1100 км. 17—18 декабря 1992 г. на 100 кусков разлетелся блок, который в 1989 г. вывел на орбиту «Горизонт-17».

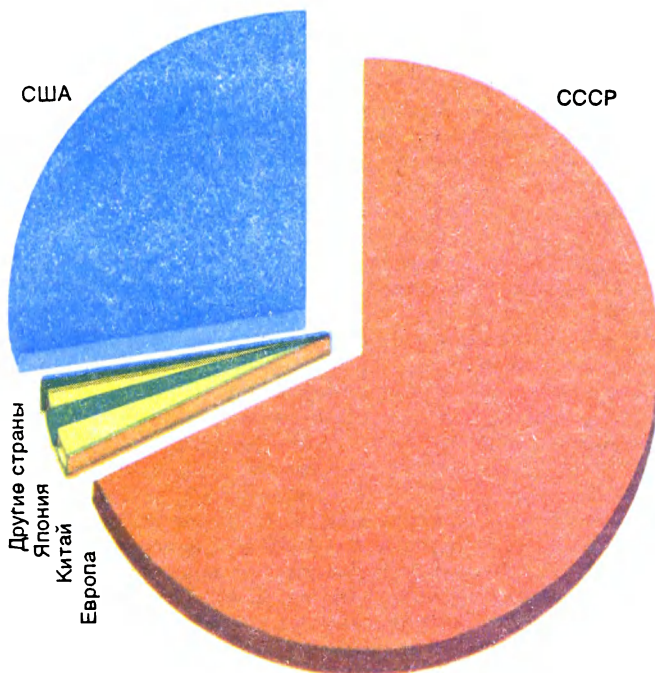
Подсчитано, что все шесть взрывов четвертой ступени ракеты «Протон» случились

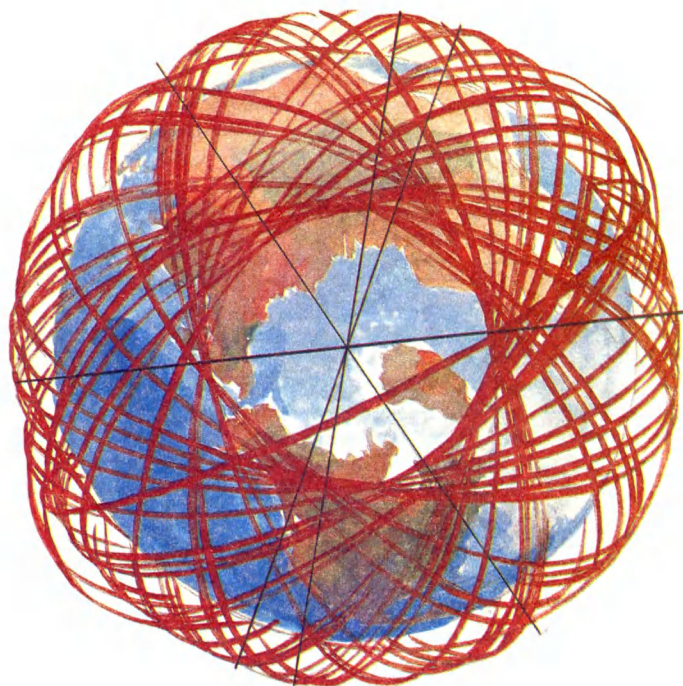


спустя 18—96 месяцев после успешного вывода на орбиту спутников. К началу 1993 г. на околоземных орбитах находится еще 70 таких блоков (и с большой вероятностью возможны и их взрывы). Эта ситуация, взволновавшая ученых, обсуждалась американскими и российскими специалистами, в результате чего оказалось возможным выяснить причины взрывов и дать рекомендации,

За 25 лет осуществлено около двухсот успешных запусков космических аппаратов с помощью ракеты-носителя «Протон»

В 1957—91 гг. наша страна была самым активным исследователем космического пространства





Орбиты спутников с радиоактивными материалами

как избежать подобного при будущих запусках (их ежегодно планируется 6—7).

Разумеется, это не единственный источник взрывов, можно привести много других примеров: взорвались топливные баки вторых ступеней ракеты-носителя «Дельта» (США), ракета-носитель «Ариан», запущенный в 1968 г. спутник США «Титан-Транстейдж» взорвался в феврале 1992 г.

СЛУЖБА КОНТРОЛЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

В мире существуют две Службы контроля космического пространства: в России и США. Для регулярных наблюдений за космическими объектами используются радиолокационные, оптико-

электронные и радиотехнические средства.

В задачи Служб входит обнаружение, слежение, каталогизация и идентификация всех искусственных небесных тел. Систематические наблюдения нужны для поддержания параметров орбиты космических объектов, для вычисления орбитальных параметров вновь запущенных объектов или потерянных ранее и т. д. Кроме того, Службы контроля занимаются анализом аварийных ситуаций, возможностей опасного сближения спутников, их маневрирования. Информационные центры Служб контроля космического пространства обрабатывают до 50 тыс. наблюдений в день. Все запущенные с 1957 г. спутники занесены в каталог, в котором кроме параметров орбиты дается информация общего характера (номер спутника, его название, страна, дата и место запуска, дата сгорания, если это произошло).

Служба США сопровождает около 7 тыс. объектов. Служба России — около 6 тыс. Следует, однако, отметить, что современные возможности Служб контроля космического пространства позволяют отслеживать объекты размерами лишь больше 10—50 см в поперечнике на низких орбитах и около 1 м — на высоких и геостационарной орбитах. Службы контроля в США и СССР развивались автономно, каждая географически ограничена своей территорией. Потенциальные возможности взаимодействия еще только предстоит использовать.

ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

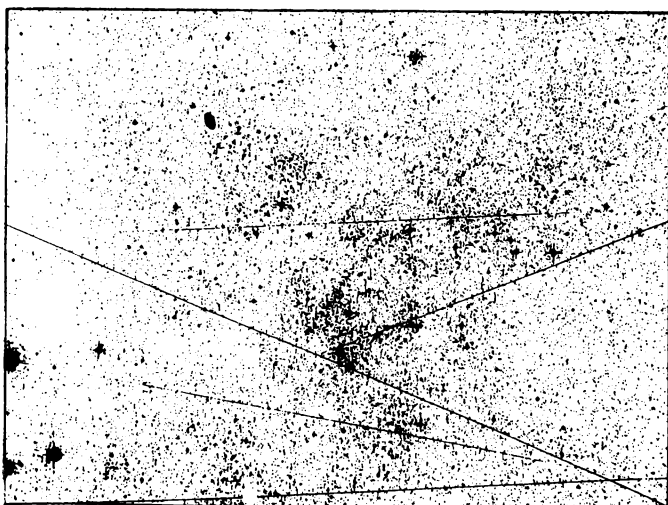
В дополнение к сотням отслеживаемых объектов, Землю окружают десятки и сотни тысяч ненаблюдаемых мелких фрагментов вплоть до пылевой и газовой фракций. Эти невидимые для наземных систем частицы достаточны, чтобы катастрофически повредить спутник. Специально поставленные на «Шаттле» эксперименты по регистрации ударов показали, что из тысяч ударов по космическому кораблю 15—50 % приходится на частицы мусора. Металлический осколок размером 0,5 мм, летящий со скоростью 10 км/с, может пробить скафандр космонавта. Удар 2-миллиметровой частицы в лобовое стекло «Челленджера» потребовал замены панели остекления. Осколки в 1 см уже чрезвычайно опасны для космических комплексов.

Таким образом, космический мусор опасен для пилотируемой космонавтики. Опасны и неконтролируемые взрывы. Энергетика взрывов различна, и от нее зависит количество возникающих обломков и их ско-

рость. Пример высокоэнергетичного взрыва — взрыв 1 мая 1991 г. спутника «Nimbus-6», находившегося на орбите 16 лет. Этот взрыв породил 400 обломков с перигеем орбиты ниже 800 км и апогеем выше 4000 км. Теперь 80 % всех искусственных объектов в окрестностях Земли проходит через это растекающееся облако космического мусора.

Особая категория опасности — спутники с ядерными источниками энергии. Сейчас известно 54 таких спутника, из них 31 принадлежит бывшему СССР, 7 — США и практически все они сосредоточены в диапазоне высот 800—1100 км. После прекращения активного существования ядерное топливо спутников теоретически должно «высвечиваться» до безопасного уровня, причем времени жизни пассивных спутников на таких высотах вполне достаточно для этого. Но во-первых, случаются неконтролируемые входы в атмосферу (например, в 1978 г. «Космос-954» с энергетической ядерной установкой упал в канадской тайге), а во-вторых, казавшийся ранее безбрежным, космос теперь уже не гарантирует от возможных столкновений с техногенным мусором, что может породить многочисленные радиоактивные частицы. Это уже экологическая проблема в масштабах всей Земли.

В 1981 г. ООН приняла рекомендации Комитета по мирному использованию космического пространства об ограничении использования ядерных источников в космосе. Сейчас новые системы безопасности автоматически отстреливают реактор. (Как было со спутниками «Космос-1402» и «Космос-1900». В первом случае реактор полностью сгорел в атмосфере, во втором —



был переведен на более высокую орбиту.) Но тем не менее опасность радиоактивного заражения верхних слоев атмосферы остается, а значит и возможен выпад радиоактивных частиц на Землю.

Следующая проблема состоит в нарушении физико-химического баланса верхней атмосферы, этой тонко сбалансированной среды, характеризующейся резким падением плотности с высотой, сложным изменением температуры, сложным химическим составом, различными вариациями всех параметров (в зависимости от времени суток, широты, уровня солнечной активности). После каждого запуска в результате работы двигателей в верхнюю атмосферу выбрасывается огромное количество химически активных веществ. Водорода и его соединений, например, может быть выброшено столько же, сколько его содержится во всей верхней атмосфере. С активных спутников в атмосферу постоянно истекают различные газы. Из-за большой скорости аппаратов молекулы газов имеют значительную кинети-

Следы искусственных космических тел на негативах пластинок

ческую энергию, что резко увеличивает их химическую активность.

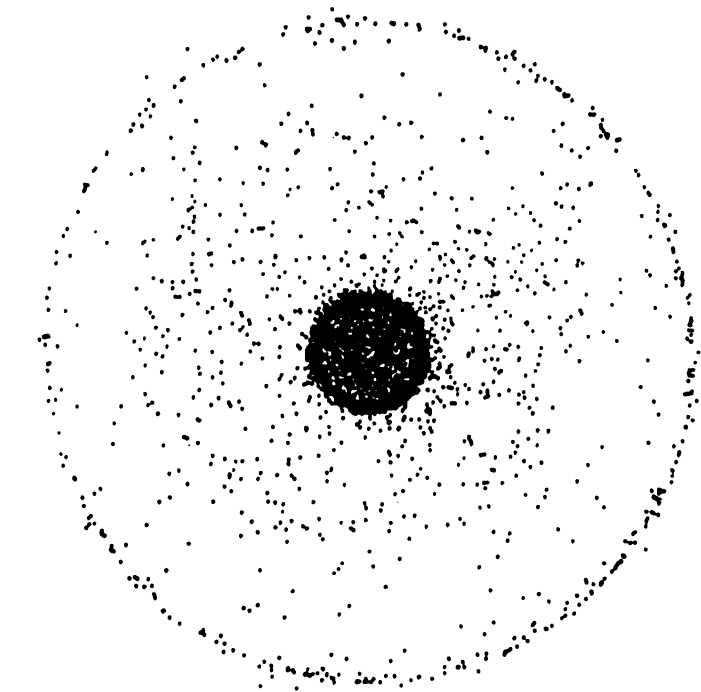
Запуски вызывают также мощные возмущения плотности и температуры атмосферы, порождая акустические волны. Наконец, в результате сгорания ракет ежегодно в земное окружение попадают миллионы частиц и тысячи килограммов алюминиевой пыли. Последствия всех этих событий практически не исследуются. Можно упомянуть и проблемы профессиональных астрономов, которые в последние годы на фотографических пластинках обнаруживают следы рукотворных «звезд». Этот новый класс небесных объектов поставил перед астрономами много специфических задач: для одних они стали заметной помехой при наблюдениях, для других — предметом исследований.

КАК ОЧИСТИТЬ ОКОЛОЗЕМНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО?

На круговой орбите высотой в 200 км время жизни неуправляемого спутника равно нескольким дням, на орбите высотой 600 км — 25—30 годам, на высотах порядка 1000 км — двум тысячелетиям, на высотах от 2000 км и выше спутник живет практически вечно.

Эволюция орбиты спутника или элементов космического мусора и время их существования определяется в основном естественными возмущениями: гравитационным полем Земли и его несферичностью, гравитационным воздействием Луны и Солнца, давлением солнечной радиации и тормозящим действием атмосферы. Вследствие торможения объект постепенно (по спирали) входит в более плотные нижние слои атмосферы, где в конце концов из-за трения и сгорает.

Плотность атмосферы на больших высотах увеличивается (и весьма существенно) с увеличением солнечной активности. Например, в 1979—80 гг. (максимум 21-го цикла солнечной активности) плотность атмосферы на высоте около 500 км была в несколько десятков раз выше значения плотности в минимуме солнечной активности (1964—65 гг.). Число обломков тогда уменьшилось в несколько раз, а космическая станция «Скайлэб» достаточно быстро упала на Землю. Все это говорит о том, что высокая солнечная активность повышает роль тормозящего действия атмосферы как естественного «чистильщика», удаляющего объекты с орбиты. Этот эффект действует на низкие спутники (до 1000 км) и на спутники, имеющие вытянутые орбиты с низким перигеем. Для расчета эволюции ор-



бит падающих спутников и определения места их падения нужны модели плотности атмосферы, принимающие во внимание прогноз солнечной и геомагнитной активности. В связи с этим классическая астрономическая задача измерения солнечной и геомагнитной активности приобретает новое важное значение.

Лунно-солнечные возмущения для спутников с сильно вытянутыми орбитами и низким перигеем, а также давление солнечной радиации для спутников с высоким отношением площади к массе способны изменить время жизни спутников на высоких и переходных орбитах. Но в качестве естественного механизма самоочищения эффективно работает лишь торможение в атмосфере. Примером искусственного очищения околоземного пространства может стать перевод отработавших объектов на другую орби-

ту с помощью корабля многогоразового использования «Шаттл».

Однако наиболее радикальной мерой могло бы быть резкое уменьшение количества запусков космических аппаратов, увеличение сроков их полезной жизни и минимизация отходов ракетно-космической техники. Существуют предложения различных научных и правительственных организаций о сокращении количества деталей, сопутствующих выводу спутника на орбиту, но никаких международных норм, направленных на стабилизацию и последующее снижение уровня засоренности околоземного космоса, пока нет.

Каждой стране международным соглашением отведены определенные интервалы долгот, за пределы которых стационарные спутники не должны уходить. Например, для советских ИСЗ были отведены долго-



Земля с ее ближайшим окружением искусственными объектами, включая геостационарное кольцо (на нем сейчас находится около 500 спутников и верхних ступеней ракет)

ты 35° E, 45° E, 53° E, 85° E, 99° E и 346° E. Смещения вдоль орбиты относительно заданной долготы не должны превышать $0^{\circ},1$, что соответствует 74 км. Для удержания спутника в этих пределах необходимы периодические коррекции (включения двигателей). Они компенсируют действующие на спутник возмущения из-за эллиптичности земного экватора и гравитационного воздействия Солнца и Луны. На коррекцию затрачивается энергия. После исчерпания энергетических ресурсов спутник выходит из-под контроля и начинает свободное движение. Но еще до полного истощения топлива спутник на-

до удалить с этой перегруженной орбиты, чтобы исключить риск столкновения с активным ИСЗ.

Расчеты показывают, что для перевода спутника на более высокую орбиту, нужно увеличить его скорость на 3,63 м/с на каждые 100 км высоты. Затраты энергии на такой маневр приблизительно эквивалентны месячному энергетическому бюджету содержания целой орбитальной станции. В 1979 г. наша страна впервые в истории космонавтики перевела отработавший стационар на другую орбиту. Европейское космическое агентство в декабре 1991 г. переместило свой

метеорологический спутник «Метеосат-2» с рабочей геостационарной орбиты на орбиту «захоронения» — на 700 км выше. К сожалению, обычно чашу весов перевешивают соображения экономии. Поэтому в одном долготном окне иногда могут оказаться размещенными несколько «стационаров», да еще контролируемых независимо, разными центрами, зачастую коммерческими...

Существуют также оценки различных возможностей современных технологий искусственной очистки околоземного космоса от техногенных загрязнений, включая проекты экзотических

мусоросборщиков с сетями и без, но эти проекты чрезвычайно дороги.

НЕКОТОРЫЕ НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ С ПОМОЩЬЮ НАБЛЮДЕНИЙ ИСЗ

Первые спутники на орбитах до 1000 км служили хорошими визирными целями для решения геодезических задач (создание единой системы координат), а также изучения строения земной атмосферы, в том числе и учета ее влияния на орбиты спутников. Лазерная локация спутников (орбиты 5 тыс.— 20 тыс. км), снабженных уголковыми отражателями, позволяет с высокой точностью определить параметры вращения Земли, исследовать движение литосферных плит.

Институт астрономии РАН (в прошлом Астрономический совет АН СССР) начал наблюдения искусственных космических объектов со времени первого запуска в 1957 г. Глобальная сеть станций наблюдения, организованная Астросоветом, позволила решить многие научные задачи. За прошедшие годы радикально изменились и цели, и методы наблюдений. По возможности научных и прикладных исследований уникальной оказалась геостационарная орбита.

Радиолокационные наземные системы, которыми располагают Службы контроля космического пространства, имеют радиус обзора, ограниченный несколькими (5—10) тысячами километров. Для обнаружения и от-

слеживания далеких объектов, как правило, используется пассивная астрономическая оптика. Конечно, специфика задачи потребовала создания следающих камер и специализированных приемников излучения (фотометров, спектрометров, поляриметров), так как искусственные объекты существенно отличаются по физическим характеристикам от естественных.

В настоящее время в Институте астрономии РАН разрабатываются специализированные программы наблюдений избранных геостационарных объектов. При соблюдении некоторых условий, такие наблюдения дают возможность решать многие научные задачи, прежде считавшиеся методически неразрешимыми. Например: уточнение значений низких гармоник геопотенциала и их изменений во времени; уточнение теории влияния светового давления на движение геостационаров; исследование формы и конструктивных особенностей объектов по результатам фотометрических и спектральных наблюдений; уточнение теории атмосферного торможения, действующего на объекты с вытянутой орбитой на высотах сгорания (100—150 км); разработка теории регистрации сверхмалых космических объектов и теории эволюции элементов космического мусора под воздействием гравитационных и негравитационных сил; моделирование процессов образования и эволюции облаков техногенных частиц; исследование возможностей уменьшения экологической нагрузки на

околоземное космическое пространство.

Космические аппараты, выведенные за пределы земной атмосферы, открыли перед учеными по существу новый мир, во многом изменили представление о Солнечной системе. Впереди еще более захватывающие перспективы: индустриализация космоса, заводы по производству новых материалов в условиях глубокого вакуума, единая информационная сеть для всего человечества, солнечные энергетические установки. Но как избежать долговременных и необратимых последствий техногенного освоения человеком «четвертой среды обитания?» Ведь до сих пор люди усиленно отравляли Землю — особенно ее атмосферу и океаны, которые казались когда-то безбрежными и бесконечными.

Проблема заселенности космоса объектами искусственного происхождения уже привлекла внимание многих национальных исследовательских институтов, космических агентств и международных организаций. ESA и NASA создали Рабочие группы для координации исследований космического пространства, которые представляют своим правительствам доклады и рекомендации. К сожалению, надо отметить, что большая активность космических исследований в СССР стала источником пополнения околоземного пространства космическим мусором. Но своей политики в решении связанных с этим проблем наша страна не имеет до сих пор.

Пионеры ракетной техники. Константин Иванович Константинов



Русский генерал К. И. Константинов — один из творцов ракетного оружия России

НЕСКОЛЬКО СЛОВ О ПРОИСХОЖДЕНИИ

В истории русской науки и техники середины XIX в. К. И. Константинов занимает особое место. Своей разносторонней

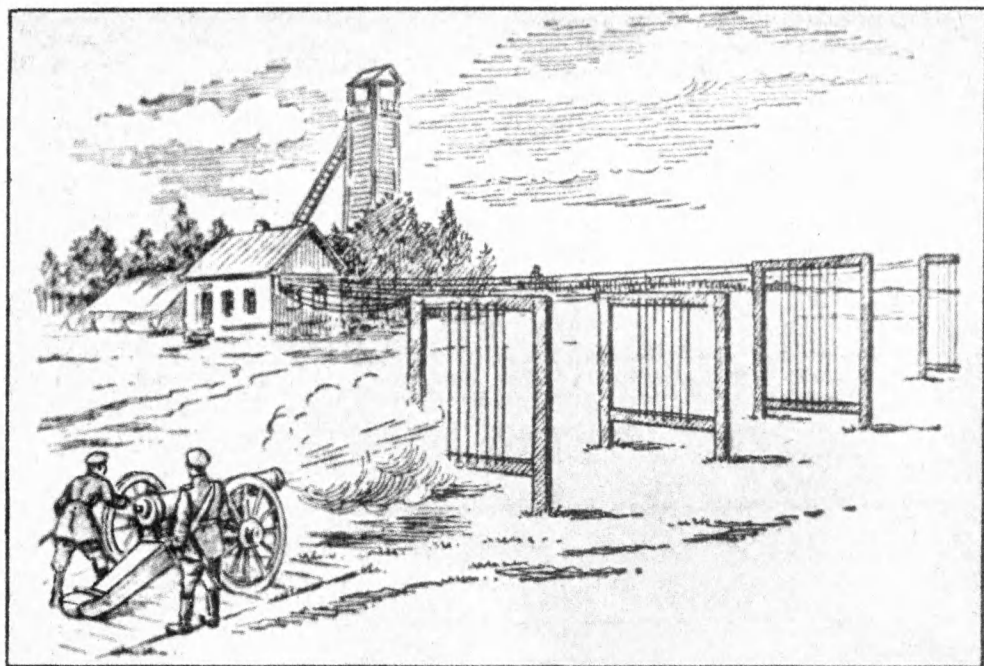
творческой деятельностью он добился известности среди европейских ученых и инженеров. А его работы и изобретения в области ракетной техники и артиллерии, приборостроения и автоматики, воздухоплавания и подводного плавания ценятся и в наши дни.

Прежде было принято считать, что происходил Константинов «из купцов 2-й гильдии» (эта версия сохранилась до наших дней). Указывали разные даты его появления на свет: 1817, 1818 и 1819 гг. О месте рождения также высказывались различные мнения: Черниговская губерния, Санкт-Петербург. Однако лишь последние документальные исследования позволили установить истину¹.

В действительности Константинов родился в начале апреля 1818 г. (более точную дату пока установить не удалось) в Варшаве. Его отцом был великий князь, цесаревич Константин Павлович, наместник русского императора в Царстве Польском, а мать — французская актриса Клара-Анна де-Лоран. При рождении он был наречен Константином Константиновичем Константиновым.

Бездетный в двух браках, его отец тратил немалые средства и внимание на воспитание своих внебрачных детей. Например, уроки музыки Константину и его сестре Констанции давал юный Шопен, которого часто приглашали в Бельведер — летнюю варшавскую резиденцию великого князя.

¹ Научная биография К. И. Константинова подготовлена и включена в план выпуска 1993 г. в изд-ве «Наука».



Константин Павлович отличался неуравновешенным, вспыльчивым характером, а его единственным увлечением была страсть к военному делу, учениям и парадам. Семейные обстоятельства великого князя сложились так, что Констанцию и Константина считали воспитанниками (приемными детьми) князя Ивана Александровича Голицына, адъютанта цесаревича (лишь впоследствии их отчества соответственно изменились).

В 1831 г. во время восстания поляков против русского владычества Константин Павлович направился из Польши в Россию, но по пути он заболел холерой и скончался в Витебске. Князь Голицын вместе с Константином и де-Лоран обосновался в Петербурге.

В январе 1834 г., исполняя волю цесаревича, князь определил 15-летнего Константина юнкером в престижное артиллерийское училище. В это училище, основанное в 1820 г. по предложению брата Константина Павловича — великого князя Михаила, принимали, как правило, юношей-дворян. Чтобы не раскрывать тайну происхождения Константина и устроить его обучение за казенный счет, Голицын записал своего воспитанника как сына купца 2-й гильдии. Надо подчеркнуть, что учился Константин неплохо, был «четвертым по списку». После двухлетнего обучения в

Орудийная электробаллистическая установка К. И. Константинова для измерения скорости артиллерийского снаряда

училище, его оставили для «дальнейшего совершенствования в высших науках».

ПЕРВЫЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В 1838 г. после выпускных экзаменов в чине прапорщика Константинова назначили в артиллерию командиром легкой батареи. В 1840 г. он на четыре года был командирован за границу «для собрания полезных сведений, до артиллерии относящихся». Константинов побывал во многих европейских государствах, уделявших немало внимания совершенствованию артиллерийской техники — Пруссии, Австрии, Франции, Голландии, Бельгии, Англии.

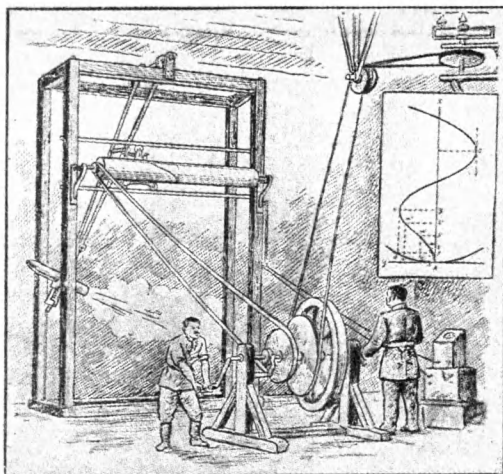
Во время этой командировки он сделал свое первое изобретение — **электробаллистический прибор**. В его создании молодому офицеру помогли Ч. Уитстон, один из владельцев лондонской фабрики музыкальных инструментов и изобретатель физических приборов (вспомним из школьных учебников мостик Уитстона), и внук знаменитого французского механика и часовщика А. Л. Бреге — Людовик Бреге,

владелец фабрики точных механизмов в Париже. На основе этого прибора Константин разработал, а после своего возвращения в 1844 г. в Россию испытал установку для измерения скорости снаряда, выстреливаемого из пушки. Правда, позже ему пришлось отстаивать свой приоритет перед Уитстоном и Бреге, вознамерившимися приписать себе славу изобретателя. Константин весьма дипломатично, но уверенно парировал притязания иностранцев и сохранил в истории науки и техники приоритет России в применении «гальванизма» к баллистическим исследованиям.

Будучи командиром Школы мастеров и подмастерьев порохового, селитренного и серного дела при Охтенском пороховом заводе (впоследствии — Пиротехнической), Константин внес ряд усовершенствований в технику фейерверков — прорубные транспаранты, пиротехнический фотометр, способ сравнения форсовых составов, новую форму парашютов для осветительных ракет и др.

С 1846—47 гг. он начал заниматься систематическими исследованиями ракетной техники и первым его вкладом в эту область было еще одно пионерское изобретение — **ракетный баллистический маятник** для измерения тяги порохового двигателя. В то время, например, известный французский исследователь-артиллерист Морен измерял этот параметр примитивным динамометром, а «отец» австрийской боевой ракеты барон Аугустин с помощью обыкновенных рычажных весов с гирями. Когда молодой капитан Константин ознакомил его со схемой своей установки, Аугустин восхищенно воскликнул: «Вы начали с того, чем мне надо было бы закончить!».

Построенный на ракетном полигоне на Волковом поле в Петербурге и испытанный в присутствии членов артиллерийского отделения Военно-ученого комитета маятник Константинова был высоко оценен присутствующими за точность измерения и простоту вычислений. Фактически, методика исследования внутрибаллистических характеристик ракетных двигателей с помощью разработанного Константиновым маятника — это прообраз огневых испытаний, принятых в современной технике. В течение многих лет ракетный маятник Константинова оставался наиболее совершенным инструментом определения тяговых параметров ракетного двигателя, его принцип и конструктивная схема использовались через 100 лет в Институте химической физики АН СССР при исследовании удельного импульса тяги создаваемых в конце 1940-х гг. отечественных ракетных двигателей на твердом топливе.

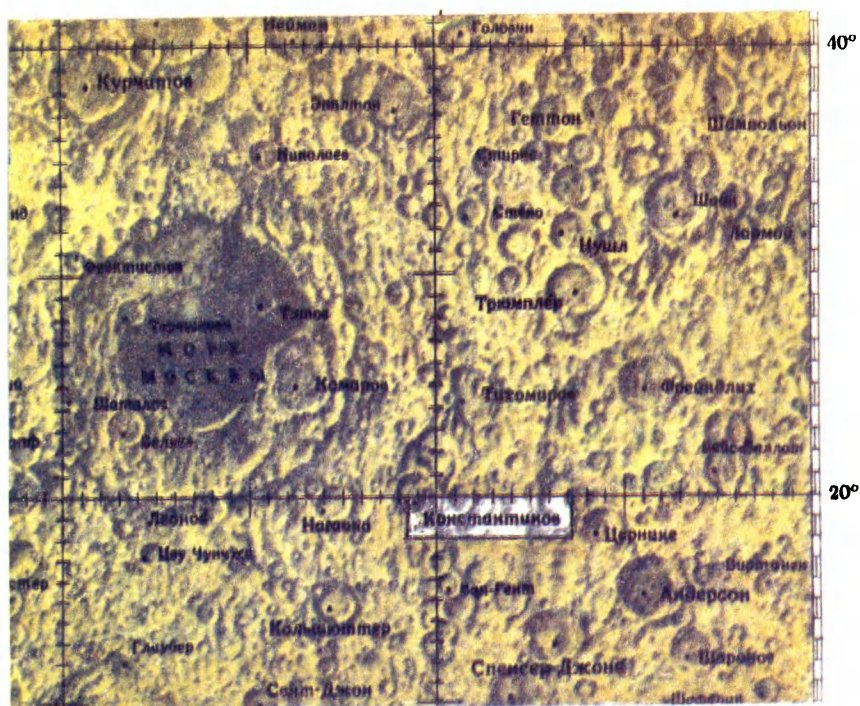


Ракетный электробаллистический маятник К. И. Константинова позволял быстро и просто измерить тягу ракетного двигателя

ИЗОБРЕТАТЕЛЬ

5 марта 1850 г. Высочайшим приказом полковник К. И. Константинов был назначен командиром Петербургского ракетного заведения, первого в России промышленного предприятия по производству боевых ракет. Основанное в 1826 г., к середине XIX в. оно постепенно пришло в упадок: оборудование и механизмы устарели, технология многие годы не совершенствовалась. Не было разработано ни документации, ни штата. К этому времени на территории заведения на Волковом поле размещалось 14 обветшавших строений, в которых работало всего 60 рабочих. Одним из направлений деятельности К. И. Константинова стало совершенствование производства, и прежде всего улучшение технологии изготовления боевых ракет.

В то время стабильность энергетических характеристик черного пороха определялась постоянством его химического состава, которое могло быть обеспечено тщательным смешиванием компонентов пороха. До Константинова смешивание пороха проводилось в «мешальных» бочках с горизонтальной осью вращения с ручным приводом, предложенных еще в 1820-х гг. А. Д. Засядко (Земля и Вселенная, 1993, № 4, с. 43). Но эти бочки нередко были



Кратер на обратной стороне Луны, названный именем К. И. Константинова

причиной взрывов и пожаров, поскольку в них для лучшего измельчения компонентов насыпались медные пули, которые при некоторых условиях вызывали появление искр.

Константинов предложил в 1855 г. бочки с наклонной осью вращения. Причем, чтобы убедить руководство в пользу подобных бочек и наглядно продемонстрировать весь процесс смешивания, он построил модель, состоящую из двух стеклянных бочек, насаженных на одну ось. При этом одна была горизонтальная, подобно бочкам, принятым на пороховых заводах, а другая — наклонная. В стеклянных бочках помещались разноцветные деревянные шарики. При вращении бочек было ясно видно, что в наклонных бочках перемешивание происходит лучше и сила ударов также уменьшается.

Важным событием в жизни командира ракетного заведения Константинова стала Крымская война 1853—1855 гг. Ракетное за-

ведение в период войны изготовило несколько тысяч боевых ракет по технологии Константинова. За руководство изготовлением боевых ракет и снабжение ими русской армии ему было объявлено монаршее благоволение, а в сентябре 1855 г. Константинова командировали в Ревель с командой ракетчиков для защиты побережья на случай высадки неприятельского десанта.

Со службой в Петербурге под начальством К. И. Константинова связан хотя и короткий, но яркий период жизни Л. Н. Толстого. После Крымской войны 21 ноября 1855 г. Толстой был переведен в петербургское ракетное заведение и в течение всего 1856 г. часто бывал в гостях у Константинова в доме № 38 по Разъезжей улице.

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ

В 1850-х гг. круг интересов Константинова существенно расширился — он стал заниматься вопросами воздухоплавания. Еще в 1853 г. в «Артиллерийском журнале» полковник К. И. Константинов поместил статью «Устройство, приготовление и употребление воздушных шаров». Он подошел к во-

просу воздухоплавания не как к забаве или развлечению, а как к боевому средству. Развивая эту тему, он опубликовал в 1856 г. обстоятельную работу «Воздухоплавание», где по существу впервые в русской печати подробно изложил историю воздухоплавания. Кроме того, автор впервые рассмотрел идею использования ракетных двигателей для движения или управления аэростатов.

Год спустя он опубликовал в «Морском сборнике» работу, где анализировал все предложения, связанные с подводным плаванием, в том числе те, что изложены известным русским инженером генерал-адъютантом К. А. Шильдером, применившим боевые ракеты на первой в мире цельнометаллической подводной лодке.

О характере Константинова многое рассказывает один эпизод. В 1856 г. его назначили главным распорядителем по приготовлению в Москве фейерверка по случаю коронации императора Александра II. Для подготовки декораций были отобраны искусные мастеровые люди. Константинов, считая необходимым отметить труды крепостного мастера А. К. Лапшина, руками которого были возведены все декорации и сооружения, обратился после завершения торжеств с ходатайством о предоставлении ему вольной. Со стороны Константинова это был смелый поступок, и не его вина, что Лапшин не получил свободы...

Конец 1850-х гг. ознаменован в жизни Константинова напряженной работой — разработкой проекта нового совершенного ракетного завода, изобретении высокоомеханизированного и автоматизированного оборудования для него, поиском новых оптимальных конструкций боевых ракет и совершенствованием технологии их изготовления. Работа увенчалась успехом — проект был утвержден, а сам конструктор назначен «заведующим изготовлением и употреблением» боевых ракет в русской армии.

За время работы в области ракетной техники Константинов собрал обширный материал, на основании которого прочитал курс лекций «О боевых ракетах» в Михайловской артиллерийской академии. Опубликованные в 1861 г. в Париже на французском языке и в 1864 г. в русском переводе лекции оказались единственной в то время в мировой науке фундаментальной монографией по этой теме. Книга высоко оценена в научных кругах, в том числе Парижской Академией наук, а в России автор был удостоен премии Михайловской артиллерийской академии.

В конце 1850-х гг. — начале 60-х гг. Константин Иванович несколько раз выезжал во Францию для заказа заводского

оборудования на завод. Между тем, в России еще даже не было выбрано место для него. Константинов предлагал разместить его в какой-нибудь южной области России, поскольку климат Петербурга вынуждал обогревать «ракетное заведение» печами с открытым огнем. В конце концов был выбран город Николаев.

В то время у нового военного руководства России, пришедшего на смену старому поколению, возникли сомнения в эффективности ракетного оружия — на смену гладкоствольным тяжелым орудиям, перед которыми ракеты имели большие преимущества, пришла нарезная артиллерия, более точная и скорострельная. Кроме того, появились слухи, что за рубежом, например, в Австрии, боевые ракеты снимаются с вооружения... Парируя эти сомнения, Константинов разработал в 1862 г. новую систему — двухдюймовую боевую ракету, пусковой станок для нее и ударный палец для запуска. После высочайшего одобрения ее приняли на вооружение русской армии, а это уже стало признанием ракет как эффективного дополнения к нарезной артиллерии!

ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ

В 1862 г. Константинову пришлось выдержать серьезный экзамен на особой комиссии, организованной по указанию императора Александра II для уточнения необходимости устройства нового завода. Константинов с честью вышел из этого испытания, добился положительного решения, и строительство началось. Правда, велось оно ни шатко, ни валко: уже прибывшее из Парижа оборудование ржавело под открытым небом, а помещения были еще не готовы. Поэтому Константину Ивановичу пришлось в 1867 г. переехать из столицы в Николаев, чтобы руководить строительством. Поселился он в доме 18 по Купеческой улице (ныне Потемкинская), к сожалению, не сохранившемся до наших дней.

В соответствии с проектом Константинова, главным отличием николаевского завода было «телединамическая передача движения», т. е. замена ручного привода на механический. Благодаря этому удалось не только механизировать наиболее трудоемкие операции, но и автоматизировать сложные и ответственные. Разработанное им оборудование оказалось настолько совершенным, что испанское правительство заказало в Париже такое же для нового ракетного завода в Севилье.

За время пребывания в Николаеве Кон-

стантинов организовал отделение Русского технического общества и был избран его первым председателем. Опубликовал несколько статей в местном «Николаевском вестнике» об «организации военных обществ», об «улучшении народного продовольствия в России в экономическом и гигиеническом отношениях», об «улучшении снабжения николаевского рынка». Он сразу же привлек к себе внимание местной интеллигенции необыкновенной эрудицией, энциклопедической памятью, искусством вести интересный разговор. Константин Иванович перевез в Николаев свою огромную библиотеку и много приборов из своей коллекции.

К концу 1870 г. почти все здания завода были построены. В них велся монтаж оборудования. Для скорейшего введения его в строй Константинов затратил много собственных средств. Но дожить до открытия завода Константину Ивановичу не довелось — он скоропостижно скончался в ночь на 12 января 1871 г. «Наша артиллерия недавно понесла чувствительную потерю, — писали «Русский инвалид» и «С. Петербургские ведомости», — в лице одного из замечательных ученых артиллеристов, известных своими трудами в ученом мире».

14 января, после отдания последнего долга войсками и артиллерией, гроб с телом Константинова был доставлен в село Нивное Мглинского уезда Черниговской губернии (ныне — Суражского района Брянской области). В церкви этого села, слева от алтаря, устроен семейный склеп, в котором и погребен прах замечательного ученого и инженера.

Детище Константинова — Николаевский ракетный завод стал последствием меха-

низированным предприятием (как по сути рассчитывал К. И. Константинов). Он был одновременно и заводом, и арсеналом, и научно-исследовательским центром, и проектно-конструкторским бюро. До 1906 г., пока завод не перевели в Шостку, он выпускал боевые, сигнальные, осветительные и спасательные ракеты.

К сожалению, последующее лихолетье не пощадило памяти генерала. Как и многие дворянские могилы, в годы гражданской войны усыпальница Константинова была взломана. Останки были выброшены на улицу, а после зарыты в двадцати шагах от церкви, где и покоятся до сего времени. Во время Великой Отечественной войны церковь была окончательно разрушена, купол обвалился, засыпав кирпичом место склепа.

Долгое время места жительства К. И. Константинова и захоронения его праха не были известны. Лишь на здании бывшей конторы ракетного завода в Николаеве была установлена мемориальная доска, имеющая отношение к его биографии. Может быть, сейчас пришло время воздать должное памяти К. И. Константинова, одаренного творца русского ракетного оружия, автора более ста научных трудов и двадцати изобретений? Ведь сохранились еще дома, где жил Константинов в Санкт-Петербурге, сохранились здания бывшего ракетного завода в Ракетном урочище в Николаеве! Можно восстановить церковь в селе Нивное: нам только не следует забывать о своем долге перед предками и историей страны.

П. И. КАЧУР

Информация

Через два года — повторное извержение

Экипаж пассажирского самолета, пролетавшего 23 июня 1993 г. над архипелагом Сангихе (Индонезия), обратил внимание на светло-серый столб дыма и пепла высотой 1,5 км, вздымавшийся над о. Хальмахера (1,70 с. ш., 127,87° в. д.). Стало очевидно, что на этом острове в Моллукском море вновь

пробудился вулкан Дуконо, вершина которого достигает 1087 м над уровнем моря.

В последний раз Дуконо был активен в июне — сентябре 1991 г., когда американские астронавты на борту космического корабля «Шаттл» сфотографировали длинный «хвост» пепла и дыма, простирившийся на 30 км от вершины. Тогда обильный пеплопад отмечался по крайней мере в 15 км от места событий. Со стороны горы были слышны взрывы; небольшие грязевые потоки заправили несколько местных ручьев.

За исторические времена зарегистрировано пять извержений Дуконо, первое из них относится еще к 1550 г. С 1933 г. они стали частыми, хотя сведения об этом очень отрывочны из-за удаленности района от населенной местности.

Для наблюдений за событиями на место прибыла из Бандунга группа сотрудников Вулканологической службы Индонезии.

Smithsonian Institution
of the Global Volcanism
Network, 1993, 6, 7

Франческо Гримальди

(К 375-летию со дня рождения)



Франческо Гримальди (1618—1663)

У восточного края видимого полушария Луны расположены три довольно крупных кратера. Они носят имена выдающихся

астрономов XVII в., много сделавших для развития селенографии — Риччоли, Гевелия и Гримальди. И если о великом польском ученом Яне Гевелии (1611—1687) сказано и написано много, а итальянский исследователь Джованни Баттиста Риччоли (1598—1671) иногда упоминается на страницах изданий по истории астрономии, то его близкий друг и соратник Франческо Гримальди (1618—1663) долгое время оставался в тени и был почти забыт. Попробуем восстановить справедливость и хотя бы вкратце рассказать о жизненном пути Гримальди и оценить тот вклад, который он внес в развитие точных наук.

Франческо Мария Гримальди родился в Болонье, где и прожил большую часть своей жизни. Его отец — торговец шёлком — поселился в этом городе в 1589 г. Мать — Анна Каттанеи родила шестерых сыновей, Франческо был четвертым. Он рано лишился родителей и 18 марта 1632 г. вместе со старшим братом Винченцо вступил в «Общество Иисуса», т. е. в Орден иезуитов. Это братство было основано еще в 1534 г. св. Игнатием Лойолой и имело по всей Европе сеть учебных заведений, в которых преподавали первоклассные ученые того времени.

В Болонье находился один из старейших университетов Европы, и, поступив в него, Гримальди сразу же окунулся в самую гущу научной жизни. Франческо изучал философию, а позже теологию. С 1638 по 1642 г. он преподавал

риторику в коллегииуме Санта Лючия в Болонье. Успехи в философии принесли ему степень доктора, после чего Гримальди стал преподавателем философии, а затем и математики у себя на родине. 1 мая 1651 г. он стал священником. Скончался ученый 28 декабря 1663 г. в Болонье.

В истории науки Гримальди остался как блестящий экспериментатор, трудолюбие которого помогло достичь великолепных результатов. Вся его деятельность связана со старшим коллегой и другом Риччоли, много помогавшим ему в жизни. Работы Гримальди посвящены физике, астрономии и географии. Он начинал с изучения падения тел, вместе с Риччоли повторив знаменитый опыт Галилея, ронявшего шары с пизанской башни. Болонские исследователи делали то же самое, используя при этом башню Азинелли. Опыты подобного рода, проводившиеся многими учеными в различных местах, послужили подтверждением закона падения тел.

Гримальди был также автором первого итальянского трактата о магнетизме. Проводя опыты с металлическими опилками, он выдвинул гипотезу о единой материальной магнитной жидкости, перетекающей от одного полюса магнита к другому. Правда, Гримальди не делал предположений о форме частиц, образующих магнитную жидкость. Тем не менее он внес определенный вклад в изучение этого физического явления.

Но, конечно же, основная заслуга Гримальди — исследования в области оптики. Их результаты были опубликованы уже после смерти автора в двухтомной работе: «Физико-математический трактат о свете, цветах и радуге», изданной в 1665 г. После того, как Р. Декарт установил закон преломления света, а Ферма теоретически его подтвердил, Гримальди открыл явление дифракции света. Это было сделано с помощью серии экспериментов, в которых яркий солнечный свет, проходя через небольшое отверстие, попадал внутрь совершенно темной комнаты и отражался на ширме. Помещая в световой конус различные маленькие предметы (например, тонкий прутик), Гримальди установил, что свет огибает препятствия, отклоняясь за ними. Это явление он попытался сравнить с волнами, расходящимися по воде от брошенного камня или плывущего корабля. Исходя из этого, Гримальди пришел к мысли о волновом характере света. Впервые это предположение высказал чешский физик Ян Марци в 1648 г., считавший, что свет имеет флюидную природу. В первой книге своего трактата Гримальди изложил субстанцио-

нальную теорию света, а во второй — показал его акцидентальность, т. е. волновой характер. Окончательно он не смог отдать предпочтение той или иной гипотезе, ограничившись представлением результатов своих опытов на суд читателю.

Гримальди ввел и сам термин «дифракция», ставший одним из ключевых понятий волновой оптики. Гримальди в своем труде уделил внимание анализу распространения, отражения и преломления света, а кроме того дал описание солнечного спектра, полученного им с помощью призмы. При этом Гримальди выдвинул важный тезис, что любой цвет — лишь одна из модификаций белого света. В подтверждение этого ученый привел явление радуги.

Все эти замечательные наблюдения и открытия послужили основой для исследований других ученых. Так, француз Клод Дешаль повторял опыты Гримальди по дифракции, используя при этом решетчатые пластины. Англичанин Роберт Гук в 1672 г. тоже повторил опыты Гримальди, однако совершенно необоснованно заявил, что первенство в открытии дифракции принадлежит ему. Чуть позже Исаак Ньютон также использовал данные труда Гримальди, правда, с его работой он был знаком не из первых рук. Ньютон, к сожалению, не понял значения этого открытия и не сумел поставить аналогичные эксперименты. В 1678 г. великий Христиан Гюйгенс создал волновую теорию света, полностью подтвердив предположения Гримальди. Наконец, исследования Гримальди получили логическое продолжение и закономерное завершение в классическом опыте Томаса Юнга (1802 г.) и количественной теории дифракции Огюстена Френеля (1818 г.). Так замечательное открытие итальянского ученого дало мощный толчок развитию оптики, а вместе с ней и всей физики.

Более скромными были успехи Гримальди в географии и геодезии, впрочем он и не ставил перед собой цели проведения специальных исследований в этих областях. Тем не менее, занятия триангуляцией помогли ему совместно с Риччоли проложить для Болоньи меридиан. Результаты работы были опубликованы в 1661 г. Через год, опять-таки вместе с Риччоли, Гримальди определил размеры поверхности Земли.

Значительный вклад внес Гримальди и в развитие астрономии. Он проводил свои наблюдения в обсерватории маркиза Мальвазия в Панцано (близ Болоньи) под руководством Риччоли. Непосредственным учеником болонских астрономов был Жан

Доменик Кассини (1625—1712) — будущий член Парижской академии наук. Главной заслугой Гримальди в астрономии стало создание карты Луны, опубликованной в капитальном труде Риччоли «Новый Альмагест» (1651 г.) — энциклопедии астрономических знаний того времени. Зарождение селенографии можно отнести к началу XVII в., когда Галилей, а вслед за ним К. Шейнер, составили первые небольшие лунные карты. В 1628 г. голландский математик Микаэль Флорент ван Лангрэн создал детальную карту, долгое время остававшуюся лучшей, но в 1647 г. в развитии селенографии был сделан следующий крупный шаг. Тогда Ян Гевелий опубликовал свою карту, где дал первые названия горным массивам на Луне. Его традиции и продолжили Риччоли и Гримальди, детально изучившие лунные образования и давшие им названия. Была продолжена «земная» аналогия для лунных гор (Пиренеи, Тавр, Карпаты). Большие темные пятна-равнины получили названия с метеорологическим и географическим значением, подчас весьма романтические (Океан Бурь, Море Дождей, Море Ясности, Залив Радуги, Залив Росы и т. д.). Большинство этих наименований, отразивших богатую фантазию болонских астрономов, сохранились до наших дней, однако, к сожалению, решением Международного Астрономического союза с лунных карт, например, были убраны «болота» (Гнилое, Туманное, Сонное), что лишило селеногра-

фическое изображение первозданного очарования. Наиболее заметные кратеры были обозначены именами знаменитых ученых античности (Архимед, Платон, Аристарх и др.), мифологических персонажей (Атлас, Геркулес, Эндимион и др.), святых, теологов, арабских ученых, а также астрономов и математиков европейского Возрождения и XVII в.— современников Риччоли и Гримальди (Коперник, Галилей, Тихо, и др.). Большая часть этих названий существует и поныне, а традиция наименования кратеров сохранилась до наших дней.

Кроме того, Гримальди определял положение звезд и составил соответствующие таблицы для сочинения Риччоли. В целом «Новый Альмагест» стал одним из самых полных и значимых астрономических трудов европейской науки.

Как видим, деятельность Гримальди была чрезвычайно активной и плодотворной. Его эксперименты послужили основой для дальнейших наблюдений и исследований в области физики и астрономии. Открытие явления дифракции стало важным этапом на пути развития оптики, а астрономические работы послужили основой для создания селенографии, как особой научной дисциплины. Заслуги Гримальди по достоинству оценили современники. Его имя есть на всех лунных картах в память о том, что одну из первых составил именно он.

Е. В. ПЧЕЛОВ

Информация

Проект «Плутон»: старт в 1998 году!

Новый директор NASA Дэниэл Голдин назвал предлагаемый американской Лабораторией Реактивного Движения (JPL) проект полета к Плутону (последняя планета Солнечной системы, к которой еще не приближались земные космические зонды), примером созидательной экономики.

Инженеры JPL надеются получить финансирование своего проекта, названного «Миссия быстрого пролета вблизи Плутона», в 1994 г. Этой программой предусматривается сборка на предприятиях JPL двух космических аппаратов-близнецов и их запуск в 1998 г. Полет продлится около шести лет. Стоимость аппаратов

оценивается меньше, чем в 400 млн долл., и относится к таким, которые администрация США намерена финансировать в ближайшие годы. Однако, считают инженеры и разработчики проекта, если даже финансирование не начнется к 1995 г., полет состоится в назначенный срок.

«Не дайте бюрократам разрушить вашу прекрасную идею!» — призывал Голдин на Международном космическом конгрессе год назад. Голдин привел много выгодных черт этого проекта, делающих его привлекательным в нынешних условиях крайне жесткого финансирования: простота конструкции и небольшие размеры аппаратов, их сборка и разработка исследовательской части силами только американских ученых. Таким образом, хотя проект «Плутон» и не входил в перво-

начальные планы NASA, он отвечает многим требованиям, предъявляемым Комитетом по исследованию Солнечной системы этой организации. В 1981 г. Комитет разработал универсальную конструкцию для космических аппаратов различных проектов. В 1990 г. эти идеи начали материализовываться, когда стали финансироваться проекты CRAFT

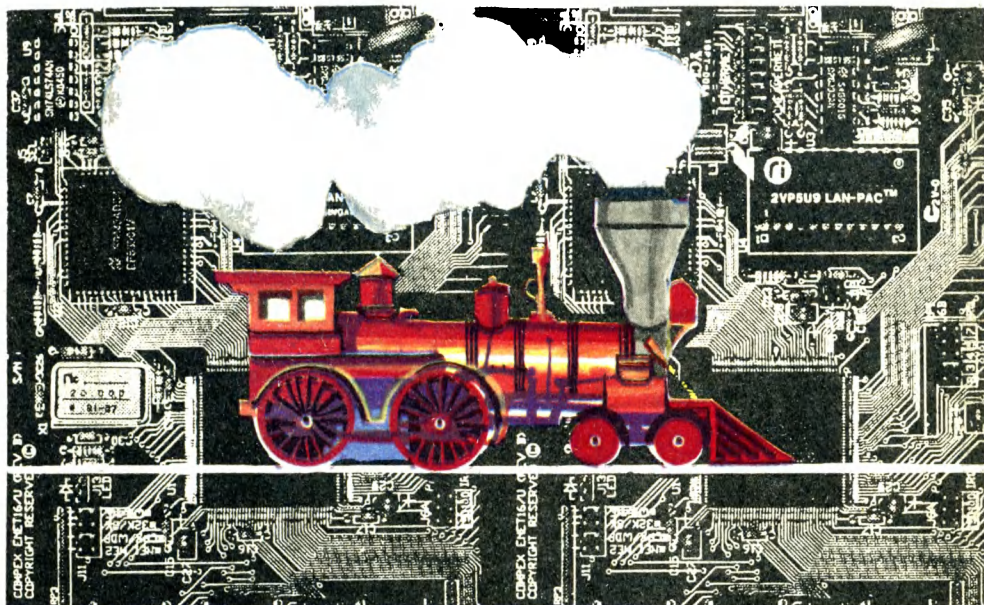
(«Встреча с кометой — пролет вблизи астероида») и Кассини (исследование Сатурна и его спутников). Однако оценочная стоимость обоих проектов составляла более 1,6 млрд долл. — верхнего предела, установленного Конгрессом США, и от проекта CRAFT пришлось отказаться. Ученые надеются, что проект «Плутон» такая участь не постигнет.

Space News, 1993, V. 3, № 37

Гипотезы, дискуссии, предложения

Путь к Сверхразуму?

Л. В. КСАНФОМАЛИТИ,
доктор физико-математических наук
Институт космических исследований РАН



В конце XX в. тема создания искусственного разума стала встречаться не только на страницах фантастических романов, но и в научных исследованиях с их иногда непредсказуемыми результатами. Развитие техники и технологии обладает некоторыми интересными тенденциями и закономерностями, повторяющимися во многих областях прикладных знаний. Эти тенденции — временный характер процветания почти

всех, даже бурно развивающихся технологий. Своеобразие тенденции заключается в том, что деградация какой-то старой технологии и ее вытеснение новой начинаются, как правило, в период максимального совершенства первой. С другой стороны, прогресс в технологии иногда приводит к возникновению новых научных и технических направлений и даже к появлению неожиданных социальных феноменов.

КАК ПОЯВИЛАСЬ ЭТА СТАТЬЯ

У этой статьи есть своя предыстория. Одним из направлений развития компьютерной техники и программирования стало создание искусственного интеллекта. Тема эта захватывающая, а отношение к ней очень неоднозначно.

Три года назад основная тема предлагаемой статьи была содержанием доклада автора на симпозиуме по проблеме SETI (Франция, Валь-Сени). Не могу сказать, чтобы доклад наделал много шума, хотя председатель симпозиума его отметил, а основная идея опубликована за рубежом.

Другая реакция была у нас в стране. Я не специалист в изоциренных компьютерных программах, предназначенных для создания искусственного интеллекта. Более того, предлагаемая статья, надеюсь, убедит читателя: в природе, несомненно, есть и другой (а может быть, и другие) пути к сверхразуму. Но, Бог мой, какое раздражение вызвала в кругу ортодоксальных программистов моя попытка изложить эту (наверное, далеко не безупречную) концепцию! «Не трогай мою косточку, грызи свою!» — такой, если читатель позволит, была реакция некоторых московских авторитетов.

Тем временем я узнал, что в США есть лаборатория, где специалисты разрабатывают эту, вполне, как мне кажется, «золотую жилу». И, наконец, в апрельском номере «Америки» (1993), посвященном этой же теме (статья «Будущее без нас» и др.), высказываются те же крамольные мысли, что и у меня.

О ПАРОВЫХ МАШИНАХ И КОМПЬЮТЕРАХ

В XIX в. паровая машина практически беспредельно проникает в промышленность и транспорт. Быстро совершенствуется технология паровых двигателей, которую в конце XIX в. переносят на двигатели внутреннего сгорания. Тем не менее, начало и первые 30 лет XX в. — годы победного шествия «паровых моторов», достигающих истинного совершенства. Им не мешает даже быстрое развитие паровых турбин, — устройств, значительно более совершенных и с технологической, и с термодинамической точки зрения. Однако из второй мировой войны человечество вышло, практически, уже без парового двигателя. Его заменили газовые и паровые турбины, двигатели внутреннего сгорания (даже на тяжелом рельсовом транспорте) и другие машины. Парадоксальное пере-

плетение судеб этих машин в дальнейшем привело к тому, что газовые турбины вытеснили в высшей степени совершенные авиационные поршневые двигатели. Появились МГД-генераторы, возродился интерес к двигателям внешнего сгорания... Причины известны, но не в них дело.

На рубеже XIX—XX вв. появляется электронная усилительная трехэлектродная лампа — основа электроники первой половины XX в. Это нечто совершенно новое, чему еще нет названия. Поэтому лампу называют «лампой», т. е. источником света, хотя ее свет — эффект побочный и даже вредный, и вскоре электронная лампа светить перестает. Лампа быстро совершенствуется, из трехэлектродной превращается в многоэлектродную, проникает в область высоких и сверхвысоких частот, используется в самых различных областях техники, становится сверхминиатюрной, сверхэкономичной, сверхнадежной... И погибает. Появление в 1949 г. транзистора решает ее судьбу. Одно время лампа идет общей с транзистором дорогой, становится микроструктурной, модульной, но все больше сдает свои позиции, оставляя за собой лишь специальные применения. Но, кстати, и торжество транзистора не вечно. С его совершенствованием появились интегральные схемы, куда транзистор входит просто как составной элемент. Интегральные схемы все больше вытесняют отдельные транзисторы даже там, где последних было бы вполне достаточно. Новое поколение схемотехников мыслит уже не в транзисторах, а в интегральных схемах...

За полтора столетия до интегральных схем в океаны вышло последнее поколение парусников, «чайные клиперы». Они покорили энтузиастов парусных гонок по обе стороны океана. Один за другим чайные клиперы ставили рекорды скорости, обгоняя неуклюжие и дымящие пароходы. Клиперы стали вершиной изящества парусного флота, венцом технологии парусного судостроения, которая совершенствовалась несколько тысячелетий. Гонки клиперы выиграли. Но это была их лебединая песня. XX веку парусники уже не понадобились. Черный дым пароходов возвестил приход новой технологии.

Трансатлантический кабель был очень дорогостоящим предприятием. За многие десятилетия своего существования эта линия связи была доведена до совершенства. Однако появление еще более совершенной связи через спутники, казалось, предрешило его конец. Но вот родилась широкополосная оптоволоконная связь, и равновесие снова начинает сдвигаться к кабелю, теперь — оптическому...

Подобные примеры можно отыскать в любой отрасли техники и технологии. Лет 25 назад одна из наиболее важных отраслей химической промышленности — синтез аммиака на плоскостных катализаторах — была, казалось, предельно усовершенствованной и эффективной, когда произошло ее внезапное и повсеместное вытеснение принципиально новым методом синтеза в кипящем слое...

Иногда на назревшие технические инновации имеется четкий социальный заказ, хотя технологические пути его реализации неясны. (Так было с изобретением транзистора, хотя технологические аспекты открытия были непредсказуемыми. Кстати, транзистор был «почти изобретен» в 1923 г. в России, но автор открытия не позаботился о его внедрении.) Более «спокойна» назревшая революция в телевидении: аналоговое телевидение, которым мы пользуемся и в быту, и в промышленности, себя исчерпало. Новое, цифровое телевидение высокой четкости (ТВЧ) уже вышло из лабораторий, но поначалу сохраняет некоторые малоперспективные атрибуты предшественника, прежде всего — вакуумный цветной кинескоп, хотя его судьба тоже предопределена.

Интересно, что иногда социально-технический заказ «зависает» на многие десятилетия. Это происходит, например, с электрехимическими аккумуляторами энергии, где достигнутый за 80 лет прогресс очень невелик, а эффективных новых идей пока нет, хотя потребность в таком аккумуляторе весьма существенна.

Интересны случаи, когда бурное развитие какой-то технологии идет на фоне нарождающейся альтернативной технологии-преемника. Такова техника магнитной записи. Она включает магнитофоны, магнитоскопы (или видеоманитофоны) и запоминающие устройства (ЗУ) большой емкости для компьютеров, — так называемые флоппи- и хард-диски. Технология средств и носителей магнитной записи доведена ныне до фантастического совершенства, и, несмотря на это, работы продолжают идти на самых передовых рубежах науки. Однако идея магнитной записи включает неприятный (хотя и единственный) изъян — необходимость механического движения носителя или считывающих устройств. Очень впечатляют успехи лазерной записи, но и компакт-диски требуют механического привода. В отличие от магнитной и лазерной записи, альтернативная технология — статические ЗУ — имеют дело только с электрическими сигналами. Статические ЗУ быстры, компактны, сохраняют информа-

цию в выключенном состоянии. К сожалению, пока их информационная емкость не идет ни в какое сравнение с сотнями гигабайтов хард-дисков и компакт-дисков. Но с каждым годом она возрастает.

Заметим, что изменения ключевых технологий или появление новых временами «сотрясают» всю технику. Хороший пример — микропроцессоры, которые ныне проникли даже в уютю. Направленное развитие технологий, предназначенное для совершенствования определенного процесса, иногда приводит к возникновению абсолютно нового явления в общественной жизни, развивающегося уже независимо от породившей его технологии (или отрасли науки). Так, в своих ранних опытах радиосвязи Маркони или Попов вряд ли задумывались о технике радиуправления аппаратами в дальнем космосе, а де Форест, создавая трехэлектронную лампу, не мог предвидеть бурное развитие техники компьютеров (в которых, кстати, очень скоро отказались от применения электронных ламп). Тем не менее, каждое из этих изобретений несло в себе зародыши техники будущего.

В целом, тенденция, наряду со сменой технологий, заключается в том, что их обновление неизменно ведет к усложнению техники. Особенно быстро усложняется электронная и компьютерная техника, оказывающие огромное влияние на общественную жизнь, причем в их развитии предвидится еще несколько крутых поворотов уже в недалеком будущем. Автор надеется показать, что эти усложнения, после смены достаточно большого числа технологических «поколений», могут привести к принципиально новому явлению в области, которая до сих пор никаким техническим воздействиям не подвергалась.

ШАГИ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ

Собственно, все сказанное выше — не более, чем затянувшееся вступление. В электронике и порожденной ею вычислительной технике неизменно наблюдается еще одна тенденция — к системному усложнению, появлению параллельных процессоров, разработке органов «думающего зрения» для управляющих машин. Системные усложнения неизмеримо увеличивают мощь компьютерной техники и — стремятся ли к тому ее создатели или нет — приближают ее к обладанию зачатками собственного мышления. Многие

склонны видеть проблески последнего в действиях компьютера, «обдумывающего» ответный ход в шахматной партии. Но все же это совсем не то, что под словом «думаю» понимает человек. Пока даже самые совершенные программы могут имитировать лишь отдельные функции мозга, например, управление движением.

К «искусственному интеллекту», как альтернативе мышлению человека, еще лежит неблизкий путь. Это, вероятно, будет означать самое крупное из всех достижений цивилизации: замену живого мозга, созданного «естественной технологией», искусственной мыслящей системой.

Эта статья посвящена теме почти фантастической. Есть основания полагать, что в результате развития науки и обновления технологий на Земле в сравнительно недалеком будущем появятся, возможно, индивидуумы, которые (наряду с многими чертами человеческого мышления) будут обладать особым свойством. Назовем его пока интеллектом I-го типа, или сверхинтеллектом. Речь идет вовсе не о сервисных роботах, появление которых, по-видимому, предопределено развитием техники (будем считать их искусственным интеллектом II-го типа), а именно о сверхинтеллекте. Он может возникнуть на стыке нескольких направлений, включающих электронику, оптоэлектронику, программирование и физику мозга. Некоторые барьеры на пути к сверхинтеллекту пока совершенно нетронуты, другие кажутся преодолимыми уже теперь. Отметим сначала технические предпосылки создания искусственного интеллекта.

— Наблюдается быстрое совершенствование программного обеспечения компьютеров, их электроники и оптоэлектронной техники, органов искусственного зрения для технических устройств, сенсоров и сервомеханизмов технических роботов.

— Разработаны программы, позволяющие компьютерам безошибочно понимать «со слуха» до 20 000 английских слов и более, включая идиомы и одинаково звучащие слова разного смысла.

— Разработан и совершенствуется синтезатор речи, который в последние годы стали вводить в персональные компьютеры и даже в телефоны.

— Быстро растет сложность сверхбольших интегральных схем (гигаисов). К 2000 г. ожидается появление кристаллов с уровнем интеграции до 1 млрд компонентов (после чего их рост, вероятно, замедлится по физическим причинам).

— Новой технической революцией стало применение в компьютерах системы параллельных процессоров. Благодаря это-

му их быстродействие резко увеличилось и превысило 10 млрд операций в секунду. (Прекрасный обзор этих и других проблем содержится в декабрьском за 1987 г. выпуске журнала Scientific American).

Создание искусственного интеллекта, приближающегося по своим способностям к человеческому мозгу, на базе развивающейся компьютерной техники, по оценкам ведущих специалистов, станет возможным примерно в 60-х гг. XXI в. До этого предстоит преодолеть много принципиальных трудностей. Например, остановимся на том, что многие функции человеческого интеллекта пока формально не определены, что затрудняет их программное выражение.

МАШИННАЯ КОПИЯ ИНТЕЛЛЕКТА

Известный афоризм — «Никто не доволен своим состоянием, но каждый доволен своим умом» — не выдерживает критики, во всяком случае в отношении ума. Очень многие стремятся улучшить свои интеллектуальные способности, но, к сожалению, почти все здесь определяется природной одаренностью. Интересно также, что за всю историю человечества существенного, или хотя бы заметного прогресса в его интеллектуальных способностях не произошло. В этом отношении, пожалуй, остается надеяться лишь на улучшение системы образования. Это мощный путь обогащения информационного оснащения индивидуума и, может быть, пробуждения его дремлющего интеллекта, который, однако, должен быть в нем изначально заложен.

Основной вклад в банки продукции человеческого интеллекта вносит сравнительно небольшая часть людей, которая обладает выдающимися способностями в какой-либо области. Но даже яркие индивидуумы вносят не так уж много. (Поэтому достижения человеческой цивилизации — всегда ее коллективный продукт.) Наряду с этим, встречаются особо одаренные личности, гении, способные обогатить своими идеями или творчеством целую отрасль знаний или искусства. Для этого требуется, как правило, сочетание одаренности с определенными чертами характера и особенностями среды, как работоспособность, настойчивость, не слишком мешающее социальное окружение и т. д. Именно о таких выдающихся личностях кто-то остроумно заметил, что «у Пегаса должно быть лошадиное здоровье». Их имена, их вклад надолго остаются в истории науки, техники, искусства. Не менее важным мо-

жет быть вклад талантливого организатора или систематизатора.

Очень существенно, насколько долго продолжается активный период творчества талантливого индивидуума. В основном, он укладывается примерно в 30 лет, ограниченных неизбежным старением организма со снижением или полной потерей активности. Без преувеличения можно утверждать, что потеря активности или смерть каждого гения или выдающегося ума представляет величайшую потерю для цивилизации, особенно если учесть, что даже для талантливого человека глубокое понимание сложной проблемы или овладение вершинами искусства требует, как правило, многих лет напряженного труда. И когда этот капитал наконец создан, до фатального конца оказывается уже недалеко... Кстати, вряд ли гении сами могут объяснить, как они работают. На такой вопрос Моцарт однажды ответил, что в 5 лет, создавая свою первую симфонию, он ни у кого не спрашивал, как это сделать.

Представим себе теперь, что найден способ продлить творческую жизнь лиц с выдающимся интеллектом во много раз. Сколько новых технических идей, сколько шедевров искусства и литературы, великолепных работ теоретической и прикладной науки обогатило бы нашу цивилизацию! Увы, геронтология пока не дает оснований надеяться ни на существенное увеличение продолжительности жизни индивидуума, ни на значительное продление периода его интеллектуальной активности. Зато такую надежду, возможно, дает электроника. Предпосылки к тому, как уже говорилось, есть.

Допустим, что технические аспекты проблемы создания искусственного интеллекта тем или иным способом решены (ниже мы подробнее остановимся именно на «ином» способе). Что дальше? Как наделять его, скажем, чертами гения?

Самый прямолинейный подход — скопировать интеллект гения и перенести его в искусственный интеллект. Только не очень понятно, как представляют себе этот процесс некоторые авторы фантастических романов. Наверное, нужно подсоединить кабель одним концом к разъему электроники, а другим... куда? Не исключено, конечно, что когда-нибудь появятся устройства для сканирования памяти, мыслей, идей... Только копировать гения наши ближайшие потомки вряд ли станут таким способом. Это фантазия.

Более реально, что этой цели могла бы служить детальная психологическая «модель» выдающегося индивидуума, построенная на основе подробных тестов и его

собственных рекомендаций, включающая также его «банк данных» — определенные книги, лекции, впечатления, привычки, встречи, окружение и т. д., к которым постоянно обращается «копируемая» личность. Пока этот метод трансляции представляется несколько сложным, что создать искусственное alter ego («другое я», «двойник-единомышленник») вряд ли удастся. С другой стороны, что, как не самокопирование интеллекта программиста, ныне представляет составление программ? Каждый способен по желанию вызвать из своей памяти требуемый образ. Выраженный в виде какого-то файла он уже легко может быть скопирован.

Что же касается полного объема информации, которой обладает человеческий мозг, она не столь уж велика. По оценкам, полное число нейронов нейронной сети мозга близко к $1,2 \cdot 10^{10}$, а число понятий, которым оперирует мозг, составляет всего $6 \cdot 10^8$. Если одно понятие можно представить как 1 килобайт информации, объем данных в 600 гигабайт в середине XXI в., вероятно, можно будет реализовать без особого труда. Кстати, другие оценки дают значительно меньшую физическую информационную емкость мозга.

ТРУДНОСТИ ТРАДИЦИОННОГО МЕТОДА

Разумеется, можно попытаться построить интеллект I-го типа «традиционным» методом — создавая и объединяя комплексы программ, как это делается ныне для более простых задач. Но это — «мышление» другого типа, чем человеческое, и не очень ясно, как далеко оно могло бы пойти. Более того, есть основания полагать, что создание сверхинтеллекта на основе традиционного программного подхода в пределах грядущих 60 лет — задача невыполнимая. На это указывают весьма сложные функции, которые осуществляет мозг человека и которые будет очень сложно выразить адекватными программами. Можно ожидать, что вскоре появятся первые роботы с интеллектом II-го типа, достаточным для того, чтобы выполнять обязанности домашней прислуги, но до сверхинтеллекта им будет еще далеко.

Совершенно очевидно, что составление таких традиционных программ должно опираться на общую функциональную схему логических функций человеческого мозга, которой также еще нет. Вряд ли она появится скоро, и вот почему. Прежде

всего, составление такой схемы возможно лишь в очень поверхностном виде, ибо структура мозга представляет чудовищное переплетение логических и биологических функций, выполняющихся во многих случаях, по-видимому, одними и теми же элементами. Потребуется немалая работа, чтобы выделить логику в чистом виде.

Другую сторону проблемы представляют эмоции. Возможно, это проявление антропоморфного шовинизма, но автор полагает, что неповторимость человеческого интеллекта в значительной мере создается его эмоциональной окраской.

Эмоциями обладают и животные, но кажется, только человеку присуща относительная независимость функций полушарий головного мозга, в то время как у всех животных функции полушарий идентичны и дублируют друг друга. Разделение функций на аналитические и эмоциональные обеспечивает огромные преимущества человеку. Более того, можно предположить, что своему положению *homo sapiens* обязан именно этой, однажды возникшей, ошибке природы. Это тот случай, когда сумма двух половин намного превышает единицу. По-видимому, обостренные эмоциональные способности человека дают существенный выигрыш в решении возникающих проблем, иначе такая способность не закрепилась бы его эволюцией. Но формализовать этот выигрыш трудно, что можно показать на следующих примерах.

Несомненно, эмоции присутствуют в любопытстве — главном мотиве всевозможных исследований. Но что такое любопытство (которое, согласно поговорке, присутствует и кошке)? Хотя оно относится к фундаментальным свойствам мышления, пути его программной реализации очень неясны. Оно должно выражаться весьма сложным алгоритмом. Во всяком случае, программа, имитирующая работу экспериментатора, должна включать формализованное каким-то образом любопытство. Ну, а честолюбие, соперничество, ревность, торжество успеха, горечь просчета?.. Без них в науке мало кто обходится, и несут они больше пользы, чем вреда. Наконец, альтруизм, радость и гордость за успех другого. Интерес к фантазиям, сказкам... Как формализовать все это какими-то программами?

С другой стороны, человеческая логика обладает многими свойствами, которые формализовать принципиально можно, разработав новые методы. Так, многие исследователи считают, что ассоциативная логика построена по принципу «луковицы понятий», объединяющих многослойной (или многоосной) системой самые различные образы и явления. Хорошо известен осо-

бый «ассоциативный» тип мышления, чрезвычайно полезный в тех случаях, когда искомое решение не имеет прототипа. Эта проблема также ждет своего воплощения программными методами.

Заметим, что наряду с достоинствами, логика человека обладает ограниченными аналитическими возможностями. Так на основе теории, восходящей еще к Ньютону, а также существовавших расчетов, забылесту планетных орбит считалась твердо установленной. Лишь применение в последние годы особо мощного специализированного компьютера позволило установить, что это — заблуждение. Эволюцию орбит не удается проследить даже на 200 млн лет назад. Несомненно, идеальная логика сверхинтеллекта должна включать и возможность глубокого анализа традиционными методами.

ВОЗМОЖЕН ЛИ ДРУГОЙ ПУТЬ К СВЕРХИНТЕЛЛЕКТУ?

Потребуется решение многих проблем традиционного программирования, чтобы сколько-нибудь приблизиться к решению задачи о создании сверхинтеллекта. Приведенные выше примеры как будто убеждают в этом.

Интуиция — дело ненадежное, но многие специалисты склонны думать, что человеческое мышление основано на каких-то других принципах, где процесс счета играет несравненно меньшую роль, чем в компьютерах. (Пожалуй, большинство неспециалистов думают так же.) В некоторых случаях трудно избавиться от впечатления, что компьютерная логика похожа на человеческую только формально, и хотя из тех же исходных данных приходит к тому же результату, но действует несколько другим методом.

Более того, кажется, есть пока очень предварительные данные об еще одном возможном принципиальном обновлении технологии. Если это подтвердится, оно может привести к появлению особой электронной техники, которую трудно назвать вычислительной. Впрочем о ее названии говорить пока рано. Создание такой технологии следовало бы отнести к разряду «безумных» идей.

Феномен самоорганизации произвольной системы, по-видимому, был впервые обнаружен и опробован еще в 50-е годы. Недавно к нему снова проявили интерес, но уже на базе современной схемотехники. Основу системы представляет совокупность

многочисленных логических элементов, связанных с триггерными ячейками и другими пороговыми устройствами. Каждый такой узел имеет множество случайно организованных связей с некоторым, достаточно большим числом других элементов. Распределение этих связей может меняться под действием сигналов, возникающих при переключении как данного, так и какого-либо другого узла. Первая такая система была построена на примитивных электро-механических реле, каждое из которых могло переключать обмотки других реле на релейные контакты нескольких произвольно выбранных групп. В целом, построение таково, что поведение каждого отдельного элемента было непредсказуемым. (Пробораз подобной структуры — это нейронная сеть мозга, которая организована так, что каждый нейрон многочисленными синапсами соединен с сетью других нейронов без какой-либо очевидной системы.)

Эксперимент показал, что после включения все устройство начинает организовываться и через какое-то время приходит в устойчивое состояние. После сброса и нового включения процесс повторяется, причем устойчивое состояние сохраняется, даже если отключить или повредить значительную часть активных элементов. Из эксперимента следует, что **произвольно организованные системы из большого числа узлов, включающих активные элементы, способны воздействовать друг на друга, стремятся к какому-то порядку.**

Имеется и другое, независимое и изящное доказательство существования эффекта самоорганизации, обнаруженного также в биофизических системах. В самом деле, подробная «инструкция» по устройству различных органов живого существа заложена в аппарате наследственности. Но к мозгу это не относится. Объем записанной в генетическом коде информации на много порядков меньше того, что необходимо. Отсюда делается вывод, что система явно использует принципы самоорганизации. Нейронная сеть либо организуется полностью самопроизвольно, либо по какой-то относительно несложной программе (сложной она не может быть по указанной выше причине).

Если вдуматься, это именно то, о чем мечтает исследователь: общий принцип построения мыслящей материи можно проследить на структурах ограниченной сложности. Вероятно, на первых порах разумнее всего создать настолько близкую электронную «копию» фрагмента нейронной сети, насколько это возможно, чтобы тщательно исследовать эффект самоорганизации. Ныне подобным методом моделируются не-

которые биофизические функции (например, зрение некоторых видов земноводных). На этой модели можно было бы проследить, как влияют на ее активность характеристики логических входов (синапсов), их пороги, мажоритарность, обратные связи и т. д. (Возможно, все это уже делается; тогда автору остается только пожелать удачи экспериментаторам!). После получения положительных результатов в этой части исследований понадобится «чип» (интегральная микросхема) с максимально возможным числом узлов. Например, гигаис на 1 млрд компонентов мог бы включать около полумиллиона таких ячеек. Объединение в сеть гигаисов позволит затем перейти уже к эффектам самоорганизации системы в целом и попытке управления ею.

Интересно отметить два технических обстоятельства. Во-первых, согласно данным ранних экспериментов, повреждение чуть ли не $\frac{1}{3}$ всех элементов не нарушает работоспособность системы. Иными словами, естественная избыточность делает устройство устойчивым к ошибкам, что в обычной цифровой технике требует применения изолированных кодов и самопроверок. Во-вторых, основу устройства составляют широко известные и доступные компоненты цифровой техники. И хотя с этой стороны особых трудностей не предвидится, никаких идей, как этот набор «заготовок» превратить в мыслящее устройство.

В самом деле, для формирования интеллекта одной природной одаренности (а в случае искусственной системы — ее потенциальных возможностей), конечно, недостаточно. Столь же важные компоненты — это воспитание и образование, методы которых играют существенную роль в нашей цивилизации. Новорожденная искусственная система на первых порах будет, скорее всего, небывалым еще идиотом. **Проблема управления системой** на этой стадии — это **проблема ее воспитания и обучения** на основе информации, поступающей извне. Но будут ли способны к обучению искусственные системы?

В печати было короткое сообщение об опытах такого рода, в частности, о том, что какое-то подобие обучения действительно удалось наблюдать. Однако некоторые наши представления об обучении и воспитании, приведенные в следующем разделе, могут оказаться очень наивными.

Вероятно, придется учесть множество особенностей и ограничений, о которых мы пока не знаем ничего. Но само существование мыслящего мозга подсказывает именно этот путь эволюции разумных существ, путь самоорганизации.

ПО ОБРАЗУ И ПОДОБИЮ?

В антропоморфности нет никакой необходимости, но черты человеческого мышления у сверхинтеллекта хотелось бы видеть. Кроме того, воспитание личности требует систематического образования. Среди весьма одаренных людей иногда встречаются гениальные педагоги. Если с их помощью разработать систему обучения, включающую результаты тестирования наиболее талантливых личностей, о чем говорилось выше, кто знает, — возможно способности гения удалось бы передать и сверхинтеллекту...

Потенциальное совершенство электронных узлов по сравнению с естественными нейронными сетями и их быстроедействие, скажем 10^7 операций в секунду по сравнению с наиболее быстрыми процессами мозга (10^3 операций), могло бы свести процедуру изучения, скажем, иностранного языка к делу нескольких минут. Сверхинтеллект может быть абсолютным полиглотом. Он никогда ничего не будет забывать, разве только по желанию. Если удастся найти, от каких параметров зависит успех операции обучения, его можно будет осуществлять как с любой требуемой специализацией, так и с энциклопедическим уклоном.

Эксперименты позволят, вероятно, добраться до «святой святых» — выяснить, в каких узлах и какие необходимо поддерживать параметры, чтобы полученный искусственный интеллект стал действительно сверхинтеллектом, и чтобы он имел, к тому же, набор присущих человеку эмоций. Однако сходство с мышлением человека было бы ограниченным, учитывая быстроту (и возможно, глубину) мышления сверхинтеллекта. Не исключено, что такое сходство могло бы быть быстро утрачено.

Таким образом, возможное развитие технологии, если удастся использовать принцип самоорганизации и обучения ис-

кусственной системы, сулит активное вторжение в интеллектуальную деятельность человека. Если учесть, что, по данным биофизиков, возможности мозга человека используются лишь в единицы процентов и что искусственная система такого рода допускает расширение и усложнение, **она действительно может иметь огромную интеллектуальную мощь.** Естественно, для этого надо заложить в нее необходимые данные, необходимое образование.

Легко представить, во сколько обойдется создание подлинного сверхинтеллекта. Скорее всего, подобная система поначалу возникнет лишь в единственном экземпляре. Искусственный интеллект I-го типа — это не домашний робот для мытья посуды!

Появление на Земле сверхинтеллекта, «оракула», способно вызвать массу социальных, этических и других проблем. Нет смысла кокетничать — нетрудно понять, что некоторые из них будут очень сложными и малоприятными. Только это вряд ли кого-нибудь остановит. Создается же и совершенствуется шахматная программа, которая способна посрамить 99 % шахматистов! Впрочем, эту сторону дела мы здесь рассматривать не будем. Зато создание сверхинтеллекта позволило бы намной увеличить интеллектуальную мощь нашей цивилизации. Излишне говорить также о том, что представляет — с точки зрения человека — почти неограниченное время существования сверхинтеллекта. Насколько объективнее стали бы исторические свидетельства! Насколько доступнее в техническом отношении стал бы полет к звездам, невыполнимый для человека из-за слишком большой длительности путешествия. И если ожидать встречи с пришельцами из космоса, то это, скорее всего, будут отнюдь не «братья по разуму», а именно сверхинтеллект, облеченный в такую форму, которая отвечает его собственным представлениям о технической целесообразности...

Информация

Пролет астероида вблизи Земли

20 мая 1993 г. американский астроном Томас Герелс из Университета штата Аризона в Тусоне открыл астероид попереч-

ником всего в несколько метров. Важность открытия и в том, что астероид «проскочил» всего в 150 тыс. км от Земли (!). До сих пор не было известно ни одного случая прохождения астероида так близко от нас.

New Scientist, 1993, 138, 1879

Гипотезы, дискуссии, предложения

Что стоит за мифом о «красном Сириусе»

РОДЖЕР КЕРАДЖОЛИ

Еще будучи студентом классического отделения Гарвардского университета, Кераджولي в течение долгого времени увлекался полемикой о «красном Сириусе». В своей докторской диссертации он исследовал древние свидетельства, подтверждающие мысли, высказанные ниже.

Откройте любую популярную книгу по астрономии или учебник для колледжа и вы с большой вероятностью встретите там загадку красного Сириуса¹. Эта звезда, самая яркая на ночном небе, имеет белый цвет, чуть голубоватый. Но некоторые авторы древнего Рима и Греции называют ее красной или огненной. Наиболее точным из них был Клавдий Птолемей, который в своем «Альмагесте» описывал Сириус как «красноватый».

Был ли Сириус действительно красным всего 2 тыс. лет назад? Возможно, белый карлик, спутник Сириуса, был когда-то красным гигантом и, вопреки всем теориям,

2 тыс. лет назад претерпел внезапное изменение, не оставив никаких свидетельств! Может быть, перед Сириусом прошло тонкое плотное межзвездное облако или неизвестная третья звезда, которая, проходя очень близко от Сириуса, вырвала из него часть вещества, сыгравшего роль красного фильтра?

Но эти объяснения неубедительны для большинства астрономов, а тем более для специалистов по античности. Я считаю, что это тот самый случай, когда узкие специалисты берутся за несоответствующее их специальности дело в другой области. Как имеющий классическое образование в области греческой и римской культуры, могу сказать, что для меня совершенно ясно, почему древние могли называть Сириус красным, даже если он был белым.

Следует отметить, что некоторые античные авторы называют Сириус белым или голубовато-белым. Поэты Манилий и Авинен описывают его как «имеющий цвет морской волны», а некоторые тексты древней Азии говорят о Сириусе просто как «белом». Но вот моя точка зрения.

СОБАКИ, ВОЛКИ И ОГОНЬ

Для греков и римлян наиболее важным фактом, связанным с Сириусом, было его ежегодное первое появление на небе в су-

¹ Была статья о «красном Сириусе» и в нашем журнале (1976, № 1, с. 36). Ее написал известный астрофизик, профессор Д. Я. Мартынов (1906—1989) — один из создателей и первый главный редактор журнала «Земля и Вселенная».

мерки (гелиакический восход), которое происходило во второй половине июля. Это было самое жаркое, самое сухое время года, которое они называли «собачьими днями» по имени Сириуса — «Dog Star» («Песья звезда»). Они говорили, что это Сириус делает погоду жаркой, нагревая Солнце. Они так тесно связывали Сириус с Солнцем, что на изображениях Большого Пса, дошедших из античности, лучи, а иногда и гало (атрибут бога Солнца), окружают голову собаки, ту часть созвездия, где находится Сириус. Некоторые поэты даже называли Солнце Сириусом.

Происхождение названия «Сириус» неизвестно, но греческие этимологи пытались искать объяснение в слове, означающем «сиять, сверкать горящим пламенем», «жечь, гореть, сжигать». Считалось, что люди особенно склонны к лихорадке во время «собачьих дней». Греческие врачи называли эту лихорадку специальным термином «siriasic», т. е. «сириусной болезнью». Они сообщали также, что под влиянием Сириуса собаки могли становиться злыми, бешеными. Такое состояние называли *lyssa*, «wolfishness», т. е. зверство. По представлениям греков, пострадавшие от такой лихорадки делались дикими и опасными, как волки. Этой болезнью приписывают неистовый гнев, которым отличались люди на поле боя, в специальных видах охоты и воинских ритуалах. Были легенды и о сумасшедших, ведших себя, как волки или собаки. О самих же волках говорили, что они горячи и огнедышащи, так горячи, что после укуса волка мясо овцы могло быть зажаренным в месте укуса.

Связь Сириуса с волками выражена более непосредственно в рассказах о мифическом существе, названном «золотой волк». Это не был реальный волк, но нечто большее, с пастью из крепкой бронзы и гривой, сверкавшей наподобие молнии, — довольно странный образ. Он жил высоко в горах Востока, близко к Сириусу при его восходе. Несмотря на свою силу золотой волк боялся жара Сириуса и должен был уходить в подземелье до окончания «собачьих дней». Наиболее любопытно, что у этого волка была бронзовая пасть (Большой Пес также имел мощную горячую пасть, а именно Сириус). «Волк» и «Собака» (Пес) даже действуют в этакое симпатическом (благожелательном) цикле, как часто бывает в фольклоре: когда один поднимается над землей, другой уходит в подземелье.

Все это делает «золотого волка» связанным с Землей двойником Сириуса. Для нас интересно, что здесь уже отчетливо различима модель культуры: огонь, жар,

Солнце и «золотой волк» с его бронзовой пастью — все горячее и красноватое.

Довольно интересно, что Сириус также связывается с различными «волками». В «Илиаде» Гомера неистовый гнев греческого героя Ахиллеса приводит его к животному поведению: в течение 11 дней он терзает тело своего троянского соперника Гектора. Его ярость подобна ярости бешеной собаки: Гомер описывает Ахиллеса как пострадавшего от *lyssa*. Более того, не только гнев Ахиллеса «подобен огню», когда он был поражен *lyssa*, но огонь действительно вырывается из его головы.

Таким образом Сириус оказывается самым известным объектом в греческом искусстве. Гомер, например, отмечает, что непосредственно перед убийством Гектора в бронзовых доспехах Ахиллеса наблюдалась вспышка, которую он сравнивает с Сириусом при его гелиакическом восходе, когда (как объясняет Гомер) звезда приносит смертельный жар. Гомер использует метафоры огня, бешенства и волчьего поведения, чтобы изобразить гнев Ахиллеса; сравнение с Сириусом просто служит для подготовки слушателей к тому, что должно произойти. Красноватый цвет бронзы, который обладал магической силой иссушения в греческом фольклоре и традиционно ассоциировался с жестокостью войны, дополняет картину.

Можно привести и другие примеры. Мифология и фольклор вращаются вокруг этих тем, совпадают с деталями и всегда связывают Сириус с красным цветом огня, жара, Солнца, золотого волка, *lyssa* и кровопролитием и безумством войны (имеющей своего собственного бога в виде «красной звезды» — Марса).

КРАСНЫЙ ВОСХОД СОЛНЦА, КРАСНЫЙ ВОСХОД ЗВЕЗДЫ

Сириус мы видим сегодня как белую звезду, которая может вспыхивать разными цветами в результате мерцания. Она может казаться красной вследствие атмосферного рассеяния, точно так же, как это бывает с Солнцем или Луной. Оба эффекта проявляются наиболее сильно вблизи горизонта, где древние наблюдали Сириус при его гелиакическом восходе.

Разноцветные мерцания действительно упоминаются авторами античности. Один отмечает, что Сириус изменяет цвет. Другой корректно объясняет красные вспышки как результат мерцания, говоря: «Он становится красным вследствие пульсации его яркости».

Причина, по которой эти авторы упоминают среди других только красный цвет Сириуса, вероятно, в том, что их культурная традиция придает Сириусу характер красного объекта. Кроме того, красный цвет был зловещим предвестником беды, и Сириус был главным среди звезд предвестником всего страшного — предмет, к которому мы теперь и обратимся.

Появление Сириуса при гелиакическом восходе было важным событием в нескольких областях Средиземноморья. Например, на греческом острове Хеос его использовали для предсказания хорошей или плохой погоды на следующий год. Островитяне были известны своими ритуалами, связанными с этим. Когда ожидался восход Сириуса, люди острова должны были одеваться, как воины, и взбираться на холм, чтобы ожидать появления звезды. Жрецы приносили жертвы, молились о северных ветрах, чтобы охладить жар «Пса», который, согласно их мифам, угрожал сжечь мир.

Если Сириус появлялся ярким и чистым, это было хорошим предзнаменованием. Тусклый, подернутый дымкой Сириус означал неблагоприятие. Разумеется, размытый дымкой вблизи горизонта, Сириус должен казаться красным.

Египтяне точно оценивали этот цветовой эффект. Греческий астролог Гефестион из Фив сообщает: «египтяне говорят, что если Сириус восходит ярким и белым, при своем появлении сияет, то Нил поднимется высоко и будет изобилие, но если он восходит огненным и красноватым, то быть войне...» Это утверждение определенно свидетельствует, что Сириус был в античную эпоху белой звездой: ведь красная звезда никогда не может показаться белой. Обратное же случается.

КРАСНЫЕ СОБАКИ ЦВЕТА РЖАВЧИНЫ

Наконец, обратимся к римским традициям. Римляне разделяли греческие верования и обряды, касающиеся Сириуса, но

они имели также и свои собственные. Для них Сириус был опасным не только во время «собачьих» дней, но также и в конце апреля при гелиакическом заходе. В соединении с богом Robigus, считали они, Сириус мог вызвать заболевание пшеницы, называемое «ржавчиной». Соответствующее латинское название этого заболевания — «robigo», от которого Robigus получил свое имя, производное от слова, обозначающего красный цвет.

Зерновая ржавчина — опустошающий грибок, который выглядит, как красные пятна на растущей пшенице. Позднее они становятся черными и растрескиваются, обнаруживая красные споры. В определенном смысле это похоже на огонь, сжигающий зерна. Чтобы предотвратить опасность, 25 апреля, приблизительно в день гелиакического заката Сириуса, римляне проводили праздник Robigalia. Жрец вел процессию к «роще ржавчины», где он сжигал внутренности «красной» собаки и обращался с молитвой о спасении пшеницы. Мы видим здесь те же самые ассоциации, что и у греков: красные собаки, огонь, красное горение пшеницы и Сириус.

Если добавить к этому ассоциации с красным бедствием, кровопролитиями, жаром, яростью, бешенством (плюс реальный красный цвет звезды в самые важные моменты времени из-за атмосферных условий), то едва ли следует удивляться, что когда Сенека говорил о различных цветах в космосе или когда Гораций искал контраст белым снегам зимы, они думали об огненно-красном цвете Сириуса.

Птолемей как астролог отмечал и записывал цвет всех красноватых звезд: Альдебарана, Бетельгейзе, Поллукса, Арктура и Антареса. И было бы совершенно недопустимым пропустить «красную» звезду, наиболее важную в астрологическом плане для людей того времени — Сириус.

«Sky and Telescope», июнь, 1992, 83
(перевод В. М. Можжерина)

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

В 1994 г. наш журнал не будет поступать в розничную продажу. Подписка на «Землю и Вселенную» принимается без ограничений во всех отделениях связи.

Гипотезы, дискуссии, предложения

Археология Луны: наука XXI века

А. В. АРХИПОВ

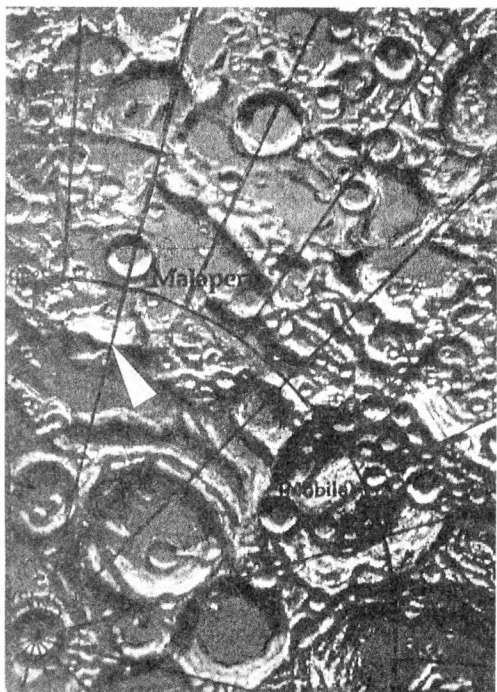
Тема статьи может показаться фантастической и нелепой — поиск следов внеземного разума на Луне! На Луне побывали земляне. Но, может быть, задолго до них Луну посетили другие разумные существа или совершали посадки их автоматические аппараты! В принципе, до наших дней могли сохраниться следы посещений возрастом в миллионы лет, а то и более. Отсутствие же таких визитов послужит веским аргументом в пользу нашего практического одиночества во Вселенной. Но Луна исследована еще не достаточно хорошо: не более 0,5 % лунной поверхности сфотографировано с разрешением 1—10 м. Так что поиски вовсе не бессмысленны.

ПОЧЕМУ ИМЕННО ЛУНА?

Еще в 1960 г. стало ясно, что Луна имеет большое стратегическое значение для военного и синоптического слежения за Землей. Естественно, что и другие разумные существа, заинтересовавшиеся нашей планетой, захотели бы разместить на естественном спутнике Земли аппаратуру для ее мониторинга. Приведем ряд веских доводов, доказывающих, почему такая аппаратура должна находиться именно на Луне:



1. Срок службы аппарата на Луне, как минимум, удваивается по сравнению с находящимся на орбите. Это происходит из-за экранирования Луной почти половины потока метеороидов, разрушающих обшивку и портящих оптику и солнечные батареи. Аналогично снижается вдвое и поток



10 млн лет. Иное дело — поиск артефактов (от лат. *artefactum* — искусственно сделанное), погребенных в рыхлых породах в ходе естественной эрозии поверхности Луны:

ВОЗМОЖНЫЕ РАЙОНЫ ПОИСКА

Уже сегодня можно попытаться выделить места, перспективные для лунных археологов. Десять лет назад американский ученый Р. А. Фрейтас сформулировал очевидные принципы, которым должен удовлетворять разведывательный зонд инопланетной цивилизации:

1. Зонд должен быть способен постоянно следить за местом, наиболее пригодным для возникновения или существования разумной жизни.

2. Время жизни зонда должно быть максимальным при его минимальной сложности.

Из последнего условия Р. А. Фрейтас сделал следующий вывод: «Артефакт должен иметь доступ к достаточному количеству энергии... Наиболее вероятно, что артефакт будет собирать солнечную энергию». Следовательно, необходимо, чтобы зонд постоянно освещался как светом от Земли, так и светом Солнца. Согласно этому условию, наиболее оптимальное место на Луне — пик на южной части вала кратера Малаперт (около Южного полюса). По новейшей карте краевого рельефа Луны, построенной казанскими астрономами, именно оттуда, с высоты 3,86 км, всегда можно видеть Землю и около 94 % времени получать необходимую энергию солнечного излучения. Это самый удобный район Луны для размещения аппаратуры постоянного слежения за Землей. Кроме того, из полярного района в любое время суток можно поддерживать связь почти с любой точкой южной половины небесной сферы. Так что кратер Малаперт весьма перспективен для археологической разведки.

Другие привлекательные объекты — лавовые трубы Луны (Земля и Вселенная, 1992, № 5, с. 12.— Ред.). Когда-то потоки лавы, застывая по краям, создали пещеры трубчатой формы. Последнее время такие образования привлекли внимание конструкторов лунной базы. Естественные убежища от метеоритов, радиации и ночного холода могли заинтересовать и существ «со звезд». Искать уцелевшие пещеры логично в районах, где хорошо видны разрушенные трубы («крилли», напоминающие русла рек). Больше всего таких образований в окрестностях кратеров Аристарх и Геродот.

Фрагмент карты южной полярной области Луны. Стрелкой показана гора на южном валу кратера Малаперт. Ее вершина — самое подходящее место для размещения инопланетной аппаратуры слежения за Землей

ионизирующего излучения, ухудшающего работу электронного оборудования.

2. Упрощается задача стабилизации аппарата.

3. Выполняется условие скрытности миссии.

4. Аппарат, заглубленный в грунт, огражден от резких суточных перепадов температуры (от $+100^{\circ}\text{C}$ до -160°C).

Отсутствие неблагоприятных атмосферных, геологических и биологических факторов позволит разведывательному устройству функционировать без особого риска, сохранит следы разумной деятельности. Но за миллиард лет метеороиды превращают в пыль слой лунных пород толщиной порядка метра. А всего за миллион лет слой реголита толщиной в несколько сантиметров полностью перемешивается. Это означает, что наивно искать на поверхности Луны отпечатки посадочных опор или подов каких-то существ древностью более



ЛУННЫЕ ЗЕРКАЛА

Стоит обратить внимание и на места появления звездоподобных точек, видимых с Земли лишь по 20—60 мин. Ведь именно так должны выглядеть блики от неподвижных плоских зеркал на Луне. По оценкам Х. Б. Лимона, лунное зеркало, отражающее солнечный свет, может быть замечено с Земли, если его площадь не менее $0,1 \text{ м}^2$. А идеальный отражатель площадью всего 1 м^2 выглядел бы с Земли, как звезда 6^m .

По-видимому, зеркала на Луне действительно существуют. В «Каталоге кратковременных лунных явлений», составленном В. С. Камерон, содержится пять сообщений о звездообразных точках на Луне, которые наблюдались от 22 до 60 мин. Впервые этот феномен описал известный планетолог И. И. Шрётер 29 сентября 1788 г. Мне удалось разыскать еще пять аналогичных сообщений, опубликованных в научной печати. В. С. Камерон, видевшая пару раз это явление, назвала его «зеркальным отражением». Позже она писала: «Но я предполагаю, что это просто эффект отражения от плоских граней на площади больших скальных обнажений, когда Солнце и наблюдатель находятся точно на подходящих углах».

Однако на Луне не обнаружены скалы

Извилистая Долина Шрётера — классический пример лавовой трубки с рухнувшим сводом. Подобные пещеры могли служить убежищем для древних астронавтов

с плоскими зеркальными гранями. Кроме того, зеркальные грани скал стали бы слишком быстро (по лунным меркам) матовыми из-за метеоритной бомбардировки. Рассмотрим, например, случай наблюдения желто-белой точки на валу Аристарха 6 мая 1972 г. Обширные скальные обнажения могли возникнуть там, по-видимому, лишь в процессе образования кратера, возраст которого около 150 млн лет. Воспользуемся эмпирической оценкой древнего потока метеороидов на Луне, сделанной Г. Неукумом. Можно показать, что к нашему времени должна сохраниться лишь ничтожная доля ($\sim 4 \cdot 10^{-1}$) первоначальной площади зеркала. Чтобы блик был заметен с Земли, необходимо не менее 1 м^2 уцелевшей зеркальной поверхности. Следовательно, первоначальная площадь идеального зеркала должна была быть более $2,5 \cdot 10^6 \text{ м}^2$! А если речь идет о стеклянной поверхности, отражающей лишь несколько про-

центров светового потока, то и в десятки раз больше. Таким образом, грань скалы должна быть не только удивительно гладкой и плоской, но и иметь неправдоподобные размеры (порядка нескольких километров). Светлые точки наблюдались и в более древних кратерах (Гассенди, Геродоте, Стивине и Фурнерии).

Поэтому не стоит сбрасывать со счетов вероятность нахождения на Луне «молодых» искусственных зеркал. Заметим, зеркальные поверхности характерны для нашей космической техники и создают известный эффект ярких вспышек, блеска искусственных спутников Земли. Некоторые авторы пытались объяснить этим одну из ярких вспышек на диске Луны. Однако блики обсуждавшиеся выше, замечены в районах, которые не посещали земные космические аппараты. Кстати, не менее трех раз наблюдатели отмечали бликоподобные феномены в районе около Южного полюса Луны.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОИСКИ

Конечно, археологические изыскания на Луне смогут начаться лишь в следующем столетии. Но уже сейчас можно начинать разработку методологии поиска. Тем более, что последнее десятилетие развивается... космическая археология, занимающаяся обнаружением и исследованиями памятников древности космическими средствами. Уже есть эффектные успехи: на снимках джунглей Юкатана, полученных спутником «Лэндсат», обнаружено несколько поселений майя, а радарные изображения позволили с орбиты выявить в джунглях орбитальную систему древних майя и разыскать стоянки охотников палеолита, скрытые песками Сахары. Любопытно, что Т. Л. Биллингс предложил использовать наземный радар для поиска под поверхностью Луны пещер крупнее 26 м. Земным археологам пригодится и метод поиска искусственных объектов на планетах, разработанный М. Дж. Карлотто и М. С. Стэйном. А английский археолог Д. Л. Холмс на Третьем международном симпозиуме по биоастрономии (Франция, 1990) сделала доклад «Археология в

космосе: чужой мусор и другие остатки», в котором поставила вопрос о разработке методологии археологических поисков следов пребывания внеземных существ в Солнечной системе.

Известно, что о лунной археологии давно пишут фантасты. Вспомним хотя бы роман А. Кларка «Космическая одиссея 2001 года». Но и ученые проявляют интерес к этой теме. Так еще в 1962 г. И. С. Шкловский в своей книге «Вселенная. Жизнь. Разум» сделал любопытное замечание: «Очень изящной нам представляется также мысль Агреста, что инопланетные астронавты могли оставить материальные следы своего посещения на... обратной стороне Луны». Показательно, что фраза эта сохранена во всех последующих изданиях книги, несмотря на многочисленные изменения текста и всё более пессимистический взгляд автора на проблему внеземных цивилизаций. Последние годы поискам следов разумных существ на нашем спутнике много внимания уделяет президент Американского лунного общества Ф. Грэхем. В одной из работ на эту тему он даже отметил: «Я подозреваю, что «первый контакт» произойдет на Луне с памятниками, оставленными там».

Патрулирование Луны с целью регистрации необычных светлых точек за краем южного рога лунного серпа, возможных бликов от лунных зеркал и вообще кратковременных феноменов на Луне вполне посылно любителем астрономии (Земля и Вселенная, 1991, № 3, с. 76.— Ред.). Такие наблюдения могли бы помочь наметить районы, перспективные для археологической разведки. Поэтому в Научно-исследовательском институте по изучению аномальных явлений (НИИАЯ, г. Харьков) осуществляется проект SAAM (Search for alien Artifacts on the Moon), предусматривающий наблюдение аномальных явлений на Луне и их анализ с точки зрения поиска возможных следов внеземного разума. Большую помощь в этом оказывает неформальное объединение наблюдателей кратковременных лунных явлений (НОН КЛЯ), созданное московским энтузиастом исследований Луны Е. В. Арсюхиным. Желающие принять участие в этой работе могут написать по адресу: 310022, Украина, г. Харьков-22, а/я 4684, НИИАЯ.

Гипотезы, дискуссии, предложения

Где находятся «верьхи Рифейски»?

М. Д. СТРУНИНА

«И се Минерва ударяет
В верьхи Рифейски ко-
пием...»

Во времена Ломоносова Рифейскими (Рипейскими) горами называли Урал, в другие времена эти горы на картах размещали во многих местах. Долгие годы местоположение Рифейских гор было одной из сложнейших проблем географии, поскольку в его характеристике смешались предания, легенды, отрывки древних текстов. Не исключено, что проблема так и останется исторической загадкой, к которой историки и географы будут еще не раз возвращаться.

Автор статьи, привлекая античные источники и дополняя их новейшими географическими данными, высказывает гипотезу, согласно которой «верьхи Рифейски» — горы на арктических архипелагах Баренцевоморского региона.

Еще в начале VII в до н. э. греческий поэт и путешественник Аристей из Проконнеса (ныне остров Мармара

в Мраморном море) решил совершить по тем временам почти невозможное: добраться до любимого Аполлоном народа гипербореев, обитавших в далеких северных странах за неприступными Рипейскими горами. Путешествие продолжалось шесть лет. Вернувшись домой, Аристей создал поэму «Аримаспейя», в ней он описал свой маршрут к Рипейским горам, поведал о землях и народах, встретившихся на пути. До гипербореев он так и не добрался, но дошел до исседонов, рассказавших ему о неприступности гор, за которыми обитали гиперборейцы.

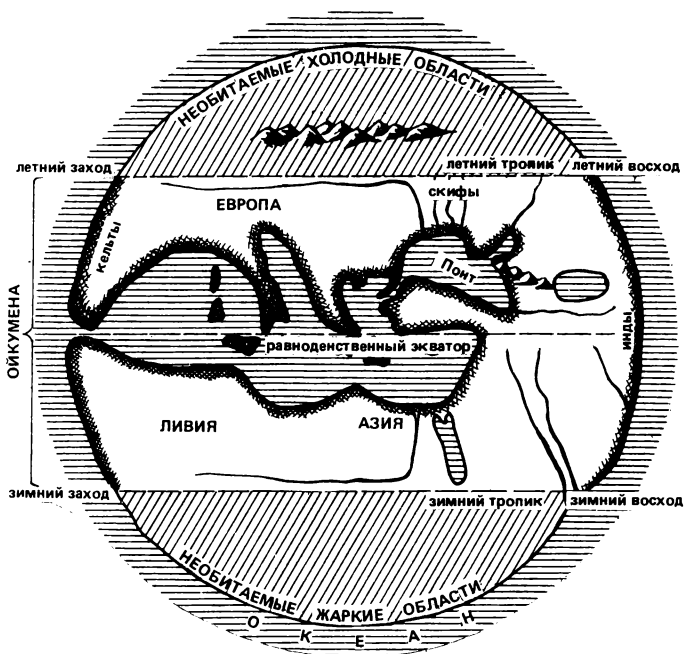
Наверное, Аристей необычайно удивился бы, узнав, что через две с половиной тысячи лет ученые не находят эти горы на географической карте...

К сожалению, поэма Аристея не сохранилась. Но ее содержание известно, поскольку использовано Геродотом в его «Истории» (V в. до н. э.). Греческий историк описал природу и быт народов, населявших в то время

европейскую часть нашей страны, и на Крайнем Севере у самого моря поместил высокие неприступные горы. Опираясь на это описание, ученые в течение многих веков изображали на картах нынешней Восточной Европы Рипейские (или Гиперборейские) горы, которые протягивались с запада на восток.

Однако новые географические открытия, сделанные в средние века, показали, что в этом районе вообще нет таких гор. И Рипейские горы стали размещать на географических картах в разных местах — от Альп и Карпат (включая Кавказ и Урал) до Алтая и Тянь-Шаня.

Лишь недавно появилась работа историка С. В. Жарниковой, которая постаралась с доверием отнестись к сведениям древних и расположила «потерянные» горы на месте современных Северных Увалов (они действительно находятся на севере Восточной Европы и тянутся с запада на восток на 1700 км). Правда, Северные Увалы не такие высокие, как рассказывали Ари-



Земля по Гекатею (VI—V вв. до н. э.). На севере помещены Рипейские горы

стею исседоны. Но автор предполагает, что позднее вертикальные тектонические движения вполне могли понизить их. С. В. Жарникова приводит еще один довод в пользу того, что Северные Увалы — это остатки древнего Рифея. Среди топонимов окружающей местности встречаются такие названия, как Рипино, Рипинка, Рипа.

О Рипейских горах знали не только греки. В Библии этот топоним известен как Рифат, в книге Юбилеев — как Рафа. Древнейший памятник индийской культуры «Ригведа» также прославлял вершину Рипы. (От этого же корня, вероятно, происходит и слово «риф» — гряда подводных камней.)

Итак, существует три ва-

рианта местонахождения Рипейских гор. Первый: они тянутся в широтном направлении, параллельно линии Альпы — Карпаты — Кавказ — Алтай — Тянь-Шань, южнее Черного моря. Второй вариант: горы расположены севернее, но в меридиональном направлении — это Урал. И наконец, третий: Рипейские горы — это Северные Увалы. Однако ни один из предложенных вариантов нельзя считать оптимальным.

Попробуем обратиться к первоисточнику, т. е. «Истории» Геродота, где весьма подробно описан путь Аристея. Из текста греческого историка следует, что гипербореи обитали к северу и немного к востоку от Северного Причерноморья, причем чем дальше к северу продвигался Аристей, тем земли были все менее населены, а затем и вовсе превращались в пустыню. С севера эту пустыню ограничивали высокие Рипейские горы, через которые Аристей

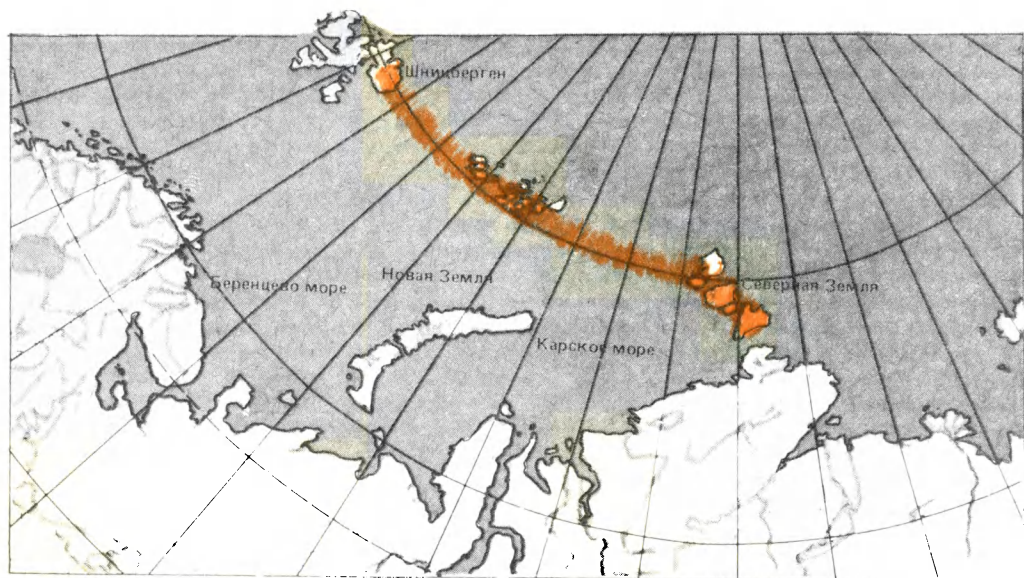
не смог пройти к гипербореям.

Археологи и историки располагали на географической карте места обитания описанных Геродотом народов, привязывая их к отдельным археологическим культурам. Однако большинство этих народов — не автохтоны (не коренное население), они появились в указанных местах позднее, после различных природных катаклизмов. Более ранние следы этих народов надо искать в Крайнем Севере. Так, по всему северу Евразии «разбросана» индоевропейская топонимика, например, Скандинавия носит имя индийского бога войны Сканды. Существует также несколько балтийских топонимов, перекликающихся с греческими. Даже скифы — и это доказывал сам Аристей (на основании сведений, полученных у исседонов) — первоначально обитали на севере. На изображениях Земли, сделанных в VI—V вв. до н. э., место их расселения помещали вблизи Рипейских гор.

В античные времена греки были тесно связаны с Крайним Севером. Например, известно, куда Сила и Власть пришли по велению Зевса приковывать Прометея. Эсхил в своем произведении «Прометей прикованный» оставил точное описание места: пустынные скалы на берегу моря. Дойдя до конца земли, Власть сказала:

Ну вот мы и на месте
у конца земли.
В безлюдном скифском и
глухом краю.
Пора, Гефест, исполнить,
что наказано
Тебе отцом, и святотатца
этого
К скалистым здешним
кручам крепко-накрепко
Железными цепями при-
ковать навек.
(перевод С. Апта)

Еще во времена Геродота, как утверждается в его



«Истории», греки поддерживали связь с гиперборейями, и последние ежегодно передавали на остров Делос свои священные дары. Прекрасно «помнят» время своего пребывания «под Полярной звездой» также индийцы и иранцы. Из их преданий и легенд известно, что сутки богов равны году: полгода — день, полгода — ночь. Им ведомо северное сияние, причудливой формы льдины. И библейский бог создавал мир в Арктике: «Он распростер север над пустотою, повесил землю ни на чем». Правящий народом, обитающим в теплом климате Средиземноморья, Господь спрашивает Иова: «Из чьего чрева выходит лед и иней небесный?». Он говорит о местах, где «воды, как камень, крепнут, и поверхность бездны замерзает».

Итак, народы, живущие в разных местах Земли, рассказывают очень похожие мифы о своей прошлой жизни на Крайнем Севере, о неприступной великой горе, проткнувшейся с запада на восток «через весь мир» и

находящейся под Полярной звездой. Однако гор-то там на самом деле нет. Так неужели наши предки, боготворившие природу, относившиеся со священным трепетом к своему прошлому и пронесшие через тысячелетия память о нем, неужели они нафантазировали, придумали мифы о своей арктической прародине?!

В это трудно поверить. Скорее можно предположить, что со временем изменилась географическая ситуация на севере. Хорошо известно, что север Восточной Европы долгое время находился под воздействием мощного ледникового щита, который то наступал, то отступал. Последнее отступление началось около 25—20 тыс. лет назад при резком потеплении климата, вызвавшем бурное таяние ледников. От района нынешнего Санкт-Петербурга, например, ледниковый щит отступил 12 400 тыс. лет назад. Он оставил после себя Балтийское ледниковое озеро, сменившееся последовательно Июльдиевым морем, Ан-

Расположение Рипейских гор, согласно гипотезе автора, на современной карте полярных архипелагов (горы показаны штриховкой)

циловым озером, Лот Литориновым морем (последнее существовало 7,5 тыс. лет назад и по очертаниям приближалось к нынешнему Балтийскому морю). Невы еще не было (ее современное русло и дельта сформировались лишь на рубеже нашей эры), и море сообщалось с Ладожским озером широким проливом на севере Карельского перешейка.

Необычайно молоды, с геологической точки зрения, и наши арктические моря. Белому всего 12—13 тыс. лет, в Баренцевом до сих пор продолжают тектонические движения. Большая часть дна Карского моря еще недавно была сушей — на его дне прослеживаются затопленные речные долины. Скорее всего, при более

тщательном изучении этих морей, окажется, что они еще моложе. Ведь последняя мелководная ингрессия (проникновение морских вод в понижение рельефа прибрежной суши) произошла всего 5—6 тыс. лет назад. Вот тогда арктическая береговая линия и приняла современные очертания.

Гляциологи уже рассматривают возраст ледников на островах Северного Ледовитого океана. Исследователь полярных ледников В. С. Корякин утверждает, что на архипелаге Шпицберген «нынешнее оледенение... ведет свою родословную с конца климатического оптимума, и его возраст сопоставим с возрастом египетских пирамид». Представьте себе: в Древнем Египте уже развивается цивилизация, а на Шпицбергене еще нет ледника! Очень важен и вывод В. С. Корякина о «синхронности в поведении ледников на всех архипелагах ледни-

ковой провинции». Это дает нам возможность говорить, что, по крайней мере, во время климатического оптимума (9—2,5 тыс. лет назад) климат в Арктике был гораздо теплее, чем сейчас — океан покрывался льдом лишь в зимнее время.

А теперь, учитывая все вышесказанное, давайте снова взглянем на карту Восточной Европы. Геродот, как мы уже говорили, сообщает, что через весь север Восточной Европы тянется обширная необитаемая пустыня. Что же это за пустыня? Не дно нынешних Баренцева и Карского морей? По-видимому, это действительно та самая территория, ее покрыла вода во время Всемирного потопы. А что же было за пределами пустыни? Посмотрите на могучий пояс архипелагов, пересекающий с запада на восток Ледовитый океан. Высота их не слишком велика (высшая точка на Шпицбергене достигает все-

го 1712 м). Но за этим поясом архипелагов находится котловина Нансена, и если ее дно было подножием гор, то высота их достигала больших отметок, ведь максимальная глубина котловины доходит до 5449 м. По-видимому, с учетом этой поправки архипелаги Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Северная Земля отвечают всем «условиям задачи». Скорее всего, здесь и располагаются «верхи Рифейски» — вершинные участки Рипейских гор, ушедших сейчас под воду (о заселенности этой территории в далеком прошлом говорят находки каменных орудий эпохи мезолита, обнаруженные недавно на острове Вайгач, Новой Земле, Земле Франца-Иосифа). На Крайнем Севере они протягиваются с запада на восток. Покрытые ледниками и снежниками, они, действительно, были в древности недоступны для путешественников.

Информация

Папуасский космодром?

Власти Республики Папуа-Новая Гвинея объявили о своем согласии с намеченными планами строительства первого в мире частного космодрома на одном из островков архипелага Бисмарка у берегов о. Новая Ирландия, в 500 км к северо-востоку от о. Новая Гвинея.

Этот район находится всего в нескольких градусах от экватора, что делает его идеальным местом для запуска ИСЗ как на полярную, так и на экваториальную геостационарную орбиту, наиболее выгодную для спутников связи и телевидения.

Развитием этой идеи в австралийском штате Квинсленд занята компания «Specs Transportation Systems», возглавляемая бывшим премьер-министром этого штата. Первоначально компания осу-

ществляла попытку строительства аналогичного космодрома на мысе Йорк — северной точке Австралии, но претерпела неудачу, не найдя достаточной финансовой поддержки. На этот раз существует надежда заинтересовать ряд европейских банков. Как полагают, строительство космодрома обойдется в 1 млрд долл.

В мае 1993 г. первая группа специалистов, включающая более пятидесяти экспертов — топографов, почвоведов, сейсмологов и инженеров самых различных специальностей приступила к обследованию на месте ряда островов архипелага Бисмарка, чтобы подобрать наиболее подходящий из них. Работа будет стоить 20—30 млн долл. и продлится полгода, за которые должны завершиться переговоры с банками об условиях финансирования.

Консорциум заявил о своей заинтересованности в использовании российских ракет-носителей типа «Зенит». Сами спутники, как полагают, будут изготавливаться в

США, что может вызвать возражения правительства этой страны, с трудом дающего согласие на подобное сотрудничество. Однако, когда обсуждались перспективы строительства космодрома на м. Йорк, оно после сложных переговоров было все же получено, что вселяет надежды.

Среди природных препятствий называют высокую сейсмичность. Точное сейсмояонирование покажет, насколько здешние землетрясения опасны для будущего космодрома.

В Папуа-Новой Гвинее также нет пока достаточной инфраструктуры для возведения столь сложного технического сооружения. Но это обстоятельство может быть преодолено с выгодой как для страны, так и для будущих инвесторов.

Преодолев все эти трудности, запуск первого спутника с папуасского космодрома может быть осуществлен в 1997 г.

New Scientist, 1993, 138, 1873

Симпозиумы, конференции, съезды



Международная конференция в Карелии

В последнее время число научных конференций в нашем отечестве снизилось настолько, что конференция «Математические методы исследования структуры и динамики гравитирующих систем», организованная в июне 1993 г. сотрудниками Петрозаводского и Санкт-Петербургского университетов, стала приятной неожиданностью. Она была посвящена юбилеям двух замечательных российских астрономов — профессоров Санкт-Петербургского университета Татеоса Артемьевича Агекяна и Вадима Анатольевича Антонова. Этим классикам звездной динамики многим обязана советская школа звездной астрономии.

Программа конференции оказалась весьма разнообразна: от абстрактных математических проблем небесной механики до исследования конкретных звездных скоплений, галактик и скоплений галактик.

Большая дискуссия была посвящена поиску точных ин-

тегралов движения и классической проблеме третьего интеграла. Если сглаженное гравитационное поле Галактики не меняется со временем, то сохраняется механическая энергия каждой звезды. А если гравитационное поле осесимметрично, то сохраняется и угловой момент звезды. Но знания этих двух величин недостаточно для определения трехмерной орбиты звезды. Нужна еще одна величина, которую и называют третьим интегралом. До сих пор третий интеграл удавалось найти лишь для простейших моделей галактик, например, если вся масса галактики сосредоточена в центре (как в Солнечной системе), или распределена равномерно внутри некоторого эллипсоида. Для более реалистичных моделей распределения массы в галактике задача поиска третьего интеграла становится достаточно сложной. Аналогичные задачи появляются во многих разделах физики и меха-

ники, и их анализу посвящено большое количество работ. Участники данной конференции с удовольствием познакомились с прекрасными трудами на эту тему, представленными юбилярами. В работе Т. А. Агекяна с соавторами найдено выражение, которое может служить третьим интегралом для любой стационарной и осесимметричной модели галактики, но требует, по крайней мере на одном витке орбиты, вертикальных колебаний звезды относительно плоскости галактики. В работе В. А. Антонова доказано, что для определенного класса моделей, когда сила притяжения может быть выражена как многочлен второй степени от расстояния, случаи, для которых существует точный третий интеграл, исчерпываются уже известными примерами.

Были представлены и другие любопытные работы по проблеме третьего интеграла. В. А. Антонов расска-



Участники конференции на экскурсии в Кижях (фото А. Ф. Селезнева)

зал, что неспециалисты не понимают всех трудностей этой проблемы. Люди, поверхностно знакомые с предметом, удивляются: «Если астрономы уже нашли два интеграла движения, то что же им стоит найти третий?» Оказалось, что стоит это больших трудов.

Другое классическое направление звездной динамики — исследование равновесных форм звездных систем и связи между этими формами и параметрами

звездных орбит внутри системы. Новые результаты в этой области были получены в последнее время В. А. Антоновым, Г. С. Бисноватым-Коганом, О. А. Железняком, Б. П. Кондратьевым, С. А. Кутузовым, К. Хантером (Флоридский университет, США) и другими. Нужно заметить, что теоретики не изучают реальные галактики или звездные скопления: они изучают их модели, основные характеристики которых (плотность, скорости движения звезд и т. п.) могут быть записаны в виде простых математических выражений. На этом пути уже получены замечательные результаты. Но как их применить к реальным галактикам, скажем,

к нашему Млечному Пути? Для этого нужно приписать параметрам модели конкретные численные величины, характеризующие нашу Галактику — массу, радиус, расстояние Солнца от галактического центра. Однако вся беда в том, что до сих пор эти величины не измерены достаточно точно: ошибки составляют от 20% до 50%. Поэтому многие теоретические результаты еще ждут своего времени. Можно понять интерес участников конференции к сообщениям Н. К. Бектасовой, Л. Н. Бердникова, И. И. Никифорова, И. В. Петровской, А. С. Расторгуева и других экспериментаторов об уточнении физических параметров Галактики.

Не меньший интерес вызвала на конференции и проблема устойчивости звездных систем. Существование или отсутствие в природе галактик определенной формы, наблюдаемое соотношение между различными компонентами галактик (ядро — диск — гало — корона), спиральный узор галактик, катастрофический коллапс ядер звездных скоплений — причиной всему этому служит неустойчивость звездной системы. Как известно, стабильных самогравитирующих систем в природе нет и быть не может. Все они эволюционируют, т. е. стремятся к наиболее устойчивому состоянию. Однако, как заметил В. И. Арнольд, «в отличие от устойчивости, неустойчивость устойчива». Вечное стремление к недостижимой устойчивости стало предметом нескольких докладов: В. А. Антонов, Х. Кандруп (Флоридский университет, США), С. Н. Нуритдинов, Л. П. Осипков, И. В. Петровская, В. Л. Поляченко, А. М. Фридман и другие рассказали о различных типах неустойчивостей в звездных системах и их эволюции под действием процессов релаксации.

Немало докладов было посвящено процессам, протекающим в галактических дисках. В. В. Ляхович, А. А. Сумин, А. М. Фридман, О. В. Хоружий и др. обсуждали новые механизмы

генерации спиральной структуры, происхождение которой пока еще неясно. В частности, вызывает удивление обнаружение мини-спирали размером в несколько парсек вокруг ядра Галактики. Ю. Н. Ефремов и А. Д. Чернин развили новый сценарий эволюции галактического диска, в котором основные ячейки звездообразования — это звездно-газовые комплексы с массами порядка $10^6 M_{\odot}$. Динамическая эволюция звездных скоплений — рассеянных и шаровых — предмет традиционного интереса звездной динамики. А. А. Мюллери и В. В. Орлов показали примеры вычисленных галактических орбит движущихся скоплений. А. Ф. Селезнев рассказал о взаимодействии рассеянных скоплений с гравитационным полем родительского комплекса, а В. Г. Сурдин продемонстрировал сильную зависимость наблюдаемых свойств системы шаровых скоплений Галактики от всей предшествующей истории их динамической эволюции.

А. И. Еремеева и Ф. А. Цицин напомнили о некоторых моментах прошлой и совсем недавней истории астрономии, вполне актуальных и поныне. В частности, еще и сейчас случается встретить «открытия» в области внегалактической астрономии, повторяющие находки В. Гершеля и Ж. де Вокулера. Но, с другой сто-

роны, некоторые интересные идеи наших предшественников оказались до сих пор не востребованными и могут исчезнуть без следа.

Мы не пытались остановиться или хотя бы перечислить все интересные доклады и сообщения. А выделить какую-то одну работу, ставшую «гвоздем» конференции, вообще невозможно, потому что, как верно заметил Ф. Дайсон (США), для осознания фундаментальности результата требуется лет 30! Будем надеяться, что у отечественной астрономии есть в запасе эти годы. Прошедшая конференция показала, что даже в сложных нынешних условиях в нашей стране можно «делать хорошую науку», если не очень обращать внимание на бытовые проблемы.

Отметим приятную особенность конференции: ее официальным языком был английский, и присутствие американских коллег стимулировало всех говорить именно на этом языке. Дело в том, что сильная и самобытная отечественная школа звездной динамики традиционно имеет мало международных контактов. Теперь мы преодолеваем этот барьер. Устроители конференции сделали все, чтобы у ее участников осталось самое хорошее впечатление и о Карелии, ее природе и людях.

Л. П. ОСИПКОВ,
В. Г. СУРДИН,
Ф. А. ЦИЦИН

Обсуждается подготовка астрономических кадров

Серьезные проблемы, сложившиеся в настоящее время с преподаванием астрономии в школе и высших учебных заведениях, стали темой совместного совещания Научно-методического совета по астрономии (председатель — профессор А. М. Черепашук) и Комиссии астрономического общества по астрономическому образованию (председатель — доктор физико-математических наук А. В. Засов), проходившего в Москве в марте 1993 г.

Обсудив положение на всех уровнях астрономического образования (школа, педвуз, университет), участники совещания отметили, что ряд позитивных традиций в российском астрономическом образовании сегодня пока еще сохранен. Это относится, прежде всего, к подготовке астрономов-профессионалов (университеты Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Ростова-на-Дону, Уральский университет), подготовке специалистов высшей квалификации, работе ряда педагогических вузов (Нижегород, Вологда, Челябинск и др.), к внешкольной работе. Нормально обстоит дело с астрономией в тех школах, гимназиях и лицеях, где ее пре-

подают учителя-энтузиасты. Вместе с тем, судьба астрономического образования в России в целом сегодня вызывает серьезную тревогу. Стала реальной угроза быстрого деградации такого образования, впрочем, как и отечественной астрономической науки в целом, что в перспективе может повлечь серьезные негативные последствия для развития страны (Земля и Вселенная, 1992, № 6, с. 49.— Ред.).

В современный период кризисного развития общества астрономия оказалась более других наук уязвимой из-за невозможности коммерциализации, малочисленности кадров, громоздкости и прецизионности оборудования, удаленности от крупных населенных центров. Российская астрономия больше других научных дисциплин пострадала от упразднения структур СССР: многие обсерватории оказались оторваны от базовых институтов.

Сильно пострадала и популяризаторская деятельность. В то время как ООН высоко оценивает культурно-просветительскую роль планетариев, большинство планетариев России закрыты или теряют свой профиль.

Сильно сократилось количество научно-популярной литературы, телевизионных передач по астрономии, ослабла поддержка кружков любителей астрономии. Тем самым резко уменьшилась возможность для любого культурного человека получить хотя бы минимум научных знаний о Вселенной и месте человека в ней.

Участники совещания, в частности, отметили, что при возникшем сочетании активной пропаганды астрологии в средствах массовой информации с разрушающейся системой астрономического образования общество уже в ближайшие годы столкнется со следствиями примитивизации мировоззрения, недостаточным притоком молодых кадров в науку, снижением темпов развития науки и техники и, следовательно, культурного и экономического развития России.

В соответствии с данными многолетних и весьма представительных опросов учащихся максимальный интерес к астрономии проявляется в возрасте от 10 до 14 лет. Именно тогда и следует закладывать основы астрономических знаний, способствующих росту последующей заинтересован-

ности в изучении других естественных наук. Однако интерес к астрономии в указанном возрасте в средней школе остается неудовлетворенным. Элементы астрономии, включенные в курсы природоведения, географии и некоторых других дисциплин, носят совершенно случайный, бессистемный характер и излагаются зачастую просто неправильно.

Преподавание астрономии в средней школе приходится на XI (выпускной) класс в объеме 35 ч. Курс астрономии обеспечен учебным планом, программой, появляются параллельные учебники. Для школ разработан минимально необходимый комплект методических и наглядных пособий по элементарному астрономическому образованию.

Но поскольку средним учебным заведениям дано право самим формировать учебный план, в отдельных школах зачастую сокращают число часов, отведенных на астрономию, а иногда даже ликвидируют этот курс. Нависла реальная угроза полного свертывания в школах систематического астрономического образования.

Уровень подготовки учителей астрономии определяется преподаванием астрономии в пединститутах. Квалифицированные преподаватели астрономии наиболее успешно готовились на физико-астрономических отделениях. Такие отделения еще недавно существовали в пяти педвузах России: в Москве, Ленинграде, Ростове-на-Дону, Горьком и Челябинске. Но в связи с переходом на подготовку учителей информатики физико-астрономические отделения ликвидированы в первых трех из этих пединститутов, а в Челябинском набор на физико-астрономическое отделение сокращен в три раза.

Специалистов-астрономов высшего уровня готовят уни-

верситеты Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Екатеринбург, Ростова. О качестве специального астрономического образования в этих университетах свидетельствует довольно высокий процент выпускников, ставших кандидатами и докторами наук, имеющих значительный авторитет на международной арене. Вместе с тем, в периоды перестройки системы образования астрономические дисциплины одними из первых испытали на себе последствия непродуманных решений. Достаточно отметить, что в перечне направлений базового высшего образования по областям науки, техники и культуры вообще нет даже упоминания термина «астрономия».

Астрономическое образование в университетах России существует также в виде отдельной общеобразовательной дисциплины на физических факультетах. К сожалению, эволюция общего астрономического образования в университетах была такова, что как отдельная научная дисциплина астрономия совершенно исчезла из учебных планов географов, геологов, философов, историков или вообще «размылась» в общих и специальных неастрономических курсах. Между тем астрономические сведения традиционно были необходимым пластом культуры и научного багажа специалистов указанных профилей. При осуществлении совершенно справедливой концепции гуманизации и гуманизации образования, к несчастью, было упущено из виду, что именно астрономия по мере развития человеческого общества прошла все этапы становления культуры, науки, религии, атеизма, техники, разделяла взлеты и падения государства.

Возможные предложения, выработанные на совещании

и направленные в Министерство образования и Миннауки, следующие:

1. Разрешить для педагогических институтов ввести подготовку бакалавров одновременно двух наук — физики и астрономии, либо бакалавров естествознания по специальности «Учитель физики и астрономии».

2. Для гуманитарных факультетов педагогических институтов и в рамках естественнонаучной подготовки студентов предусмотреть преподавание специальных разделов астрономии или отдельных спецкурсов.

3. В средних учебных заведениях сохранить преподавание астрономии в виде непрерывного обучения.

В начальных классах в различные естественные дисциплины включить наиболее важные сведения по астрономии. Начиная с V—XI классов ввести многоуровневое преподавание астрономии; сделать самостоятельными курсы мироведения, космографии и астрономии и вести их преподавание компактно. На первом уровне (V—VI классы) дать общее представление о Солнечной системе, Вселенной, рассказать о звездном небе и простейших астрономических явлениях, связанных с видимым движением светил, познакомиться с простейшими способами ориентирования. На втором уровне (VI—IX классы) дать более глубокое представление об областях Вселенной и процессах в ней происходящих, об основных законах Вселенной, но с ограниченным применением формул и включением большого описательного материала, основанного на достижениях современной науки и космонавтики, с применением богатого компьютерного материала без решения задач, так, чтобы это было интересно для биологических, гуманитарных и прочих классов.

Эти два уровня могли бы служить основой для формирования у учащихся естественнонаучного мировоззрения, основных представлений о Вселенной на уровне современных знаний, что оградило бы молодого человека от некритического восприятия астрологии и других наукообразных учений, получивших широкое распространение в наше время. Третий уровень должен быть

рассчитан на физико-математические классы и лицеи (X—XI классы). Он предусматривает более глубокое изучение предмета. Курс астрономии завершает среднее физико-математическое образование, поэтому школьники данного курса изучают астрономические явления с использованием (там, где это необходимо) математического аппарата, с решением задач по сферической астро-

номии, небесной механике, динамике космических полетов и астрофизике.

4. Включить в базовое высшее образование подготовку бакалавров астрономии и магистров астрономии.

5. Включить чтение курсов астрономии в базовое образование математиков, физиков, географов, историков.

А. В. ЗАСОВ,
профессор МГУ

Страницка наблюдателя

Астрономические явления в январе — июне 1994 года

Затмения:

10—11 мая — Кольцеобразное солнечное затмение

Начало: 18^h12^m, окончание: 0^h10^m (время московское)

Наибольшая фаза: 0,93

На территории России не видно. **25 мая** — Частное лунное затмение

Начало: 6^h38^m, окончание: 8^h24^m (время московское)

Наибольшая фаза: 0,25

Начало затмения будет видно в Центральной Европе.

Метеорные потоки:

27 декабря — 9 января — Квад-

рантиды (максимум 5 января). Максимальное часовое число до 50 метеоров в час.

Медленные, хорошо заметные метеоры. В потоке много ярких болидов и метеоров.

16 апреля — 25 апреля — Лириды (максимум 22 апреля).

Максимальное часовое число до 20 метеоров в час.

В этом году, согласно теоретическим моделям, ожидается усиление активности потока.

26 апреля — 15 мая — Эта-Аква-риды (максимум 5 мая)

Максимальное часовое число до 20—30 метеоров в час.

Поток хорошо виден только в

южных областях страны, где радиант поднимается достаточно высоко над горизонтом.

Основные астрономические эпохи:

2 января 5^h54^m — Земля в перигелии, на наименьшем расстоянии от Солнца (147,1 млн км).

20 марта 23^h28^m — Начало астрономической весны.

21 июня 18^h48^m — Начало астрономического лета.

А. СЕЛЬЯНОВ

Место человека во Вселенной

В. М. ЧАРУГИН,
профессор МПГУ
О. Е. БАКСАНСКИЙ
Государственная еврейская академия им. Маймонида

На страницах нашего журнала неоднократно обсуждались различные аспекты антропного принципа (Земля и Вселенная, 1990, № 4, с. 32; 1992, № 1, с. 3). Так как интерес читателей к вопросу о месте человека во Вселенной не ослабевает, мы решили еще раз вернуться к этой проблеме.

Уровень знаний, достигнутый за последние десятилетия, качественно изменил не только наши представления об окружающем мире, но и сам способ жизни человека. Однако, чем глубже мы познаем природу, тем все отчетливее убеждаемся, насколько сложны ответы на, казалось бы, самые простые, но в то же время фундаментальные вопросы. Почему окружающий нас мир именно таков, каким мы его наблюдаем? Почему в нем существуют галактики, звезды, планеты? Случайно или закономерно появление человека? Есть ли другие миры, заселенные разумными существами? И хотя человечество продвинулось в изучении основных законов природы, оно также далеко от исчерпывающего ответа.

Попытаемся показать один из возможных подходов к решению этих проблем, причем, далеко не беспорядный. В его основе лежат следующие соображения. Яд-

ро современного естествознания — физика — наука, изучающая фундаментальные свойства природы. Предполагается, что должен существовать некий единый принцип, позволяющий однозначно и с необходимостью ответить на сформулированные выше вопросы. Но современная наука такой принцип еще не предложила. Поэтому попытка научно объяснить наблюдаемую структуру физического мира основывается не на фундаментальной физике, а на ... биологии, так как бесспорен факт — существование разумной жизни на Земле. Такой подход получил название **антропного** (или антропоцентрического) **принципа**.

Вопрос о назначении человека, его роли и месте в мире так или иначе затрагивался и решался в любой философской проблеме. Согласно христианским воззрениям, человек — образ и подобие Бога. Поэтому, в сущности, цель создания окружающего мира заключалась именно в сотворении обстановки для жизнедеятельности человека и удовлетворении его духовных и плотских потребностей. По этой причине геоцентрическая система Мира Аристотеля-Птолемея, поставившая Землю и человека в центр Вселенной, столь импонировала христианству.

Развитая Коперником гелиоцентрическая система Мира стала началом цепи

великих открытий, нанесших тщеславным амбициям человека невосполнимый урон. Астрономические наблюдения показали, что не только Земля, но и само Солнце занимает весьма скромное положение в нашей Галактике, находясь на расстоянии около 30 тыс. св. лет от ее центра. Галактика также оказалась обычной среди сотен миллиардов, похожих на нее. Более того, теперь известно, что Вселенная в больших масштабах однородна и изотропна, т. е. нет ни выделенных точек, ни избранных направлений. Отсюда следует вполне закономерный вывод о возможности существования разумной жизни в других уголках Вселенной. И все же, если место человека во Вселенной не выделено, вполне уместно предположить, что человек выделен как специфическая форма существования материи. Чтобы понять следствия из этого предположения, нужно четко представлять, что такое **жизнь**, и в особенности, разумная жизнь. Одно из наиболее общих определений, с нашей точки зрения, дано М. В. Волькенштейном: «Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые, самоорганизующиеся и самовоспроизводящие системы, построенные из биополимеров — белков и нуклеиновых кислот».

Качественное отличие человека от всего живого — его способность мыслить. И хотя существуют различные определения **разума**, мы воспользуемся следующим: разум есть способность материи познавать саму себя, при этом имеется в виду познание фундаментальных законов природы, различных сущностей, скрытых за видимыми явлениями. Далее необходимо сформулировать еще два положения. Первое — носителем разума может быть только живая материя (об этом мы уже упоминали ранее) и второе — носителем может быть только высокоорганизованная материя (клетки коры головного мозга, имеют, пожалуй, самую сложную организацию в природе, причем они качественно отличаются от простейших живых клеток). Данные утверждения следует рассматривать как обобщения опытных фактов, известных современной науке, но с нашей точки зрения дальнейшее развитие знания вряд ли заставит отказаться от сформулированных принципов (по крайней мере от второго).

Прежде всего остановимся на вопросе: какие условия необходимы для поддержания известных нам форм жизни? Это вода и пища. Немаловажное значение имеет и температура окружающей среды. Действительно, с одной стороны при 0 °C образующиеся кристаллики льда разрушают

клетки и ткани, утрачиваются многие биологически важные свойства воды, с другой — уже при температурах свыше 42°—43 °C белки — основной материал человеческого организма — необратимо изменяют свою сложную структуру. Наконец, огромное значение имеет воздух. Содержащийся в нем кислород необходим для окислительно-восстановительных реакций внутри клеток.

Рассмотрим более детально, что обеспечивает существование всех перечисленных элементов. И тут сразу же ожидают сюрпризы, которые от конкретных свойств жизни и необходимых для этого условий переводят к фундаментальным проблемам строения Вселенной. Известно, что для нормальной жизнедеятельности организма необходим огромный набор химических элементов, начиная с водорода и кончая металлами: железо, медь, молибден и др., причем хотя и требуется их незначительное количество, отсутствие или недостаток какого-либо одного из них приводит к тяжелым нарушениям жизнедеятельности организма, вплоть до его гибели. Но основными по распространенности во Вселенной являются водород и гелий, а все более тяжелые элементы образуются в результате реакций ядерного синтеза внутри звезд, и разбрасываются в окружающее пространство благодаря взрывам сверхновых, поэтому процент тяжелых элементов очень невелик.

Молекулярная основа жизни (и разума) молекула ДНК содержит углерода 29,8 %, водорода 37,5 %, кислорода 18,3 %, азота 11,3 %, фосфора 3,1 % (Н. Хоровиц. Поиски жизни в Солнечной системе. М: Мир, 1988). Следовательно, тяжелые элементы не только необходимы для поддержания жизни, но и лежат в ее основе!

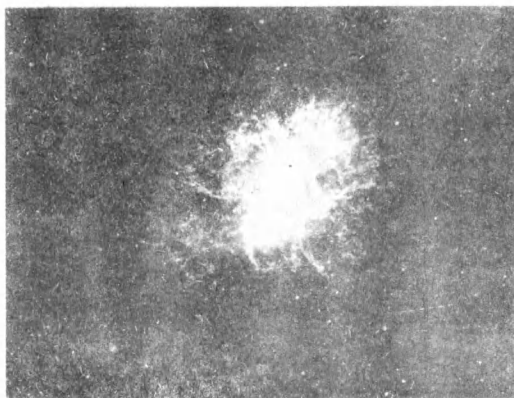
Химики и биологи давно установили, что земная жизнь определяется свойствами углерода. Оказывается, конкурентов ему практически нет. Почему? Можно выделить три основных момента. Во-первых, углерод самый распространенный из всех тяжелых химических элементов во Вселенной. Во-вторых, он способен **формировать огромное число больших, сложных**, но и что очень важно, **стабильных молекул**. Наконец, в-третьих, соединения углерода **химически инертны**, т. е. с трудом вступают в реакции. Эта инертность, обусловленная электронной структурой атомов, обеспечивает образование молекулярных систем чрезвычайно сложной структуры, но вместе с тем и очень стабильных. В силу этих особенностей углерод служит основным материалом генетических систем, а значит условием существования и воспроизведения жизни

(и разума). Пока неизвестны другие химические элементы, способные заменить углерод в качестве основы жизни. Вода также обладает рядом уникальных свойств, благодаря которым она может служить биологическим растворителем — естественной средой обитания живых клеток и организмов. К числу таких свойств относятся: высокая температура таяния (льда) и кипения, широкий диапазон температур, в пределах которого вода остается в жидком состоянии, большая диэлектрическая постоянная.

Итак, без углерода не было бы сложноорганизованных молекул, лежащих в основе жизни, а без воды жизнь не смогла бы существовать. Это накладывает дальнейшие ограничения. Для того, чтобы вода существовала в жидком состоянии, необходимы строго определенные температурные границы, что достижимо только на планетах. Следовательно, мы приходим к другому условию, необходимому для жизни, — **планетам**. Но они, как известно, не самостоятельные образования, а входят в состав систем, связанных со звездами. А отсюда следуют уже ограничения и для звезд! Прежде всего Б. Картер отмечает, что возникновение планет возможно лишь у звезд, где есть конвекция в приповерхностном слое. Кроме того, раз планеты — холодные тела, то возникающая на них жизнь должна получать необходимую энергию от ближайшей звезды, причем время существования звезды должно быть таково, чтобы она могла обеспечить необходимой энергией длительный процесс зарождения и развития жизни вплоть до разумной формы. Желательно, чтобы при этом звезда была стабильной, без резких изменений внешних условий, к которым очень чувствительны сложноорганизованные молекулы. Вероятнее всего, таким условиям могут удовлетворять только **одиночные звезды**.

Все эти условия, в свою очередь, предъявляют определенные требования ко Вселенной. Действительно, как минимум время ее существования должно быть таким, чтобы звезды возникли, обзавелись планетами, на них зародилась жизнь и эволюция ее привела к разумной форме (ну и, естественно, чтобы разумная жизнь тоже имела время, хотя бы для доказательства своей разумности).

Таким образом мы видим, что факт существования разумной жизни накладывает весьма жесткие условия на структуру и строение Вселенной, в которой она существует. И оказывается, что эти ограничения намного более впечатляющи, нежели простое требование достаточного



Крабовидная туманность — остаток взрыва сверхновой звезды 1054 г. Во время таких взрывов образуются и выбрасываются в межзвездную среду тяжелые химические элементы, столь необходимые для возникновения и поддержания жизни

времени существования Вселенной. К этому вопросу мы и переходим.

В физике существует ряд постоянных, которые, по современным данным, имеют одно и то же значение в любой точке наблюдаемой Вселенной, поэтому они получили название **фундаментальных**, или **мировых констант**. Это название оправдано еще и тем, что их численные значения существенным образом влияют на структуру и строение окружающего мира. К таким постоянным относятся: G — постоянная всемирного тяготения, h — постоянная Планка, c — скорость света, m_p — масса протона, m_e — масса электрона, H_0 — постоянная Хаббла (для нашей эпохи) и ряд др. Кстати, вопрос о полном наборе фундаментальных постоянных ученые всего мира обсуждают уже более 20 лет, но до сих пор не достигли согласия. Оказалось, что числовые значения этих констант не могут быть любыми или иметь широкий разброс значений, а существование разумной жизни делает их выбор почти однозначным. Для доказательства этого утверждения обратимся к данным, которые приводит доктор физико-математических наук И. Д. Новиков в книге «Как взорвалась Вселенная».

Начнем с микроструктуры. Известно, что простейший и наиболее распростра-

ненный атом во Вселенной — водород. Он достаточно стабилен, если его не подвергать внешним воздействиям. Но почему электрон не может вступить в реакцию с протоном, т. е. почему не происходит реакция $p + e^- \rightarrow n + \nu$, удовлетворяющая всем законам сохранения и действительно наблюдаемая на ускорителях. Оказывается, сумма масс покоя протона и электрона меньше, чем масса нейтрона. Значит, чтобы эта реакция произошла, атому водорода надо сообщить дополнительную энергию извне. Нейтрон массивнее протона на $\Delta m = 1,3$ МэВ, а масса электрона всего $m_e = 0,5$ МэВ (мы используем здесь энергетические единицы, принятые в физике высоких энергий). Значит, атом водорода будет стабилен, если $m_p + m_e < m_n$, или $m_e < (m_n - m_p) = \Delta m$, где m_n — масса нейтрона. Если бы масса электрона была другая, то, как показывают расчеты, атом водорода не мог бы «прожить» более 30 ч., т. е. во Вселенной не существовало бы главного ядерного горючего для звезд, а значит не было бы и обычных звезд, необходимых для возникновения и развития жизни.

● Изменения массы протона (938,28 МэВ) или нейтрона (939,57 МэВ) хотя бы на одну тысячную также должно привести к описанным выше катастрофическим последствиям. Но это ограничение снизу.

Рассмотрим теперь ограничение сверху. Изотоп водорода — дейтерий, точнее его ядро, дейтон, состоит из нейтрона и протона. Удельная энергия связи их равна $\epsilon_{св} = 2,2$ МэВ. Почему в этом ядре нейтрон не распадается по той же схеме, как и нестабильный свободный нейтрон, т. е. $n \rightarrow p + e^- + \nu$? Дело в том, что при распаде нейтрона энергия движения образовавшихся частиц возникает за счет разности масс $\Delta m = m_n - m_p$. Если предположить, что энергия нейтрино мала, да еще надо затратить энергию на образование электрона, то для кинетической энергии разлета частиц остается всего $K = \Delta m - m_e = 0,8$ МэВ. Чтобы вылететь из ядра, частицам надо еще преодолеть энергию связи $\epsilon_{св} = 2,2$ МэВ. Поэтому дейтон и стабилен. Но почему это так важно? Образование дейтерия — первый шаг в цепочке ядерных превращений, ведущих от водорода к более тяжелым элементам, которых не было в ранней Вселенной. Ныне эти реакции идут в недрах звезд. Без дейтерия стали бы невозможны все известные пути образования элементов тяжелее водорода, не возник бы углерод, а значит и известная нам форма жизни. Таким образом, мы получаем оценку сверху $\Delta m = (m_n - m_p) < (\epsilon_{св} + m_e)$. Из факта существования разумной жизни следует неравенство $0,5 \text{ МэВ} <$

$< \Delta m < 2,7$ МэВ. Согласитесь, удивительно узкий интервал по сравнению с космическими перепадами параметров.

Теперь о постоянной сильного взаимодействия. Если бы она была несколько меньше, то сложные ядра были бы неустойчивы, а значит стали бы невозможными ни ядерные реакции в звездах, ни образование известных химических элементов. И как следствие — не возникла бы наша форма жизни.

Обратимся теперь к макроструктуре. Из астрономии известно, что в звездах с массой порядка солнечной (и меньше) в верхних слоях существует конвективное перемешивание. В более массивных звездах этого нет. Анализ показывает: если бы значение постоянной тяготения G было больше, то звезды не имели бы конвективных слоев, а следовательно, и планет, т. е. не возникла бы и жизнь. Расчеты показывают, что должно выполняться неравенство

$$\alpha_g > \alpha^{12} (m_e/m_p),$$

где $\alpha_g = (Gm_p^2)/(h \cdot c) = 5 \cdot 10^{-39}$ — безразмерная величина, характеризующая гравитационное взаимодействие и названная постоянной «гравитационной тонкой структуры». Если бы гравитация (G) была чуть слабее, а электромагнетизм (e) чуть сильнее и электрон чуть массивнее, то все звезды были бы красными карликами. Наоборот, едва заметное отклонение в другую сторону — и все они были бы голубыми гигантами. Ни у тех, ни у других нет конвективных слоев со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Г. Гамов, П. Дирак, А. Эддингтон обратили внимание еще на одно числовое совпадение. Поделив время прохождения светом диаметра протона $\tau_p = 10^{-24}$ с на гравитационную постоянную тонкой структуры α_g , то получим: $\tau = 10^{18}$ с $= 30 \cdot 10^9$ лет. Этот промежуток времени, по порядку величины очень близкий к возрасту Вселенной $t_0 = 20 \cdot 10^9$ лет, т. е. $\tau = t_0$. Простое это совпадение или здесь скрыт, как предполагал Дирак, еще не открытый фундаментальный физический принцип?

Обратимся, наконец, к самому очевидному свойству нашего мира — его **трехмерности**. Посмотрим, что произойдет, если размерность пространства будет иной. Рассмотрим два физических взаимодействия — **электростатическое** (описываемое законом Кулона) и **гравитационное** (описываемое законом всемирного тяготения Ньютона). В этих случаях сила обратно пропорциональна квадрату расстояния: $F \sim \frac{1}{r^2}$. Но уже И. Кант понял, что этот ре-

зультат есть следствие трехмерности пространства. Почему электростатическая сила ослабевает с расстоянием r ? Наглядно ответ можно получить так — с ростом r силовые линии поля, создаваемого неподвижным зарядом, распределяются по все большей поверхности сферы, охватывающей заряд и имеющей радиус r . Площадь сферы растет как r^2 , значит, плотность силовых линий, пронизывающих сферу, уменьшается как $1/r^2$. Сказанное справедливо для трехмерного пространства. Если же пространство четырехмерно, то площадь четырехмерной сферы пропорциональна r^3 , а для пространства n измерений площадь пропорциональна r^{n-1} . Значит, в этих пространствах закон изменения электростатической и гравитационных сил будет $F \sim 1/r^{n-1}$.

Теперь рассмотрим движение (например, электрона вокруг протона или планеты вокруг центральной звезды). Из аналитической механики известно, что для существования устойчивых круговых орбит необходимо, чтобы центробежные силы уменьшались с расстоянием быстрее, чем сила притяжения F . Иначе движение по кругу будет неустойчивым и любое малое возмущение приведет к тому, что заряд либо «упадет» в центр, либо улетит в бесконечность. Но отсутствие устойчивых орбит означает невозможность существования ни атомов, ни планетных систем. Значит, для их существования необходимая размерность пространства должна быть $n \leq 3$.

Итак, мы привели достаточно научных аргументов, свидетельствующих о том, что если исходить из очевидного факта наличия разумной жизни, то мы должны признать необходимость наложения вполне определенных ограничений на фундаментальные свойства Вселенной, в которой эта жизнь обитает. По существу такое заключение и есть антропный принцип. В зависимости от того, как далеко во времени существования Вселенной и в ее пространственных масштабах распространяются эти ограничения, различают **слабый** и **сильный** антропный принцип.

Б. Картер сформулировал **слабый антропный принцип** так: «То, что мы предполагаем наблюдать, должно удовлетворять условиям, необходимым для присутствия человека в качестве наблюдателя». Известный советский космолог А. Л. Зельманов дает сходную формулировку: «Мы являемся свидетелями данных процессов потому, что другие процессы протекают без свидетелей». Таким образом, влияние слабого антропного принципа распространяется только на тот отрезок эволюции Вселенной, когда в ней возникла разумная

жизнь и требуется, чтобы именно в эту эпоху Вселенная удовлетворяла тем жестким условиям, которые были указаны выше.

Но обладает ли в этом случае сформулированный принцип какой-либо эвристической силой и не является ли он простой констатацией факта? Прежде всего заметим, что сложные формы движения материи (сложные химические соединения, необходимые для разумной жизни) могли возникнуть во Вселенной только на определенном этапе ее эволюции. Таких условий не было в далеком прошлом Вселенной, когда не было еще ни звезд, ни планет. По-видимому, большие трудности для зарождения жизни (а тем более, разума) возникнут и в далеком будущем, когда погаснут звезды, а тем более позже, когда начнут распадаться тяжелые частицы, превращаясь в фотоны и нейтрино.

Итак, мы приходим к выводу: разумная жизнь может возникнуть во Вселенной во вполне определенный период — в эпоху, когда есть для этого условия. Следуя И. Д. Новикову, можно сказать, что Вселенная может «порождать наблюдателей» («свидетелей») только в нашу эпоху. Этот вывод позволяет объяснить совпадение времен, подмеченное Дираком. Можно показать, что промежуток времени τ ($\sim 10^{10}$ лет) по порядку величины равен продолжительности жизни средней звезды, поэтому равенство $\tau = t_0$ означает, что возраст Вселенной примерно равен возрасту звезд. Когда возраст Вселенной намного превзойдет возраст звезд и они потухнут, зарождение и развитие жизни вплоть до разумной, станет уже невозможным. С другой стороны, тот же процесс невозможен и в заметно более раннюю эпоху, ибо для этого необходимо появление звезд и их длительное стабильное излучение. Итак, для появления «свидетелей» должно выполняться равенство $\tau = t_0$, которое, на первый взгляд, казалось таинственным.

Еще один вывод слабого антропного принципа: наблюдатели могут появиться только **при определенном наборе физических констант** (включая и размерность пространства), **при определенных физических законах**. Если и были (и, возможно, есть?) вселенные с иными законами, в них никогда не возникнет разумная жизнь. В этом смысле, наша Вселенная такая, какой мы ее видим именно потому, что в ней есть мы.

Последний вывод допускает довольно-таки глобальное обобщение, которое названо **сильным антропным принципом**. Б. Картер сформулировал его так: «Вселенная должна быть такой, чтобы в ней на

некоторой стадии эволюции мог существовать наблюдатель». Этот принцип накладывает ограничения уже на все время существования Вселенной и всю ее структуру. Он утверждает, что Вселенная должна быть приспособлена для возникновения и развития жизни, и как законы физики, так и начальные условия подстраиваются так, чтобы обеспечить эволюцию жизни вплоть до ее разумной формы. В этом отношении сильный антропный принцип сродни религиозному объяснению мира: Бог сотворил мир, чтобы люди населяли его. Очевидно, что в этом случае слабый антропный принцип есть лишь частный случай сильного.

С физической и философской точек зрения представляется странным, что только существование разумной жизни должно объяснить структуру Вселенной. Сложившиеся физические условия могли бы привести к появлению человека, но вряд ли можно приписать разумной жизни возможность формулировать требования, обязательные для всей окружающей материи в любые временные эпохи.

В середине 80-х гг. А. Линде и А. Старобинский предложили такую модель возникновения Вселенной, которая предполагает, что природа действительно «пыталась и пытается создавать» бесконечное число вселенных с разной физикой, т. е. с разными наборами фундаментальных констант, с разной размерностью пространства и т. д. И тогда мы — наблюдатели — появились только в редчайшей из этих вселенных, нашей Вселенной, которая удовлетворяет всем требованиям, необходимым для возникновения и развития жизни вплоть до разумной формы, т. е. в том мире, который подчиняется сильному антропному принципу.

Подведем итоги. Современная наука

установила, что для развития разумной жизни требуются очень специфические условия, накладывающие довольно жесткие ограничения на свойства Вселенной. И что интересно, наша Вселенная оказалась необычно точно удовлетворяющей всем требованиям, правда, и очень чувствительной к незначительному изменению каждой из фундаментальных констант, ответственных за ее свойства, причем любое это изменение практически делает невозможным существование разумной жизни. Для объяснения этой удивительно точной настройки был выдвинут антропный принцип, связывающий фундаментальное строение Вселенной с фактом существования в ней разумной жизни. Этот принцип позволяет понять весьма специфические свойства наблюдаемой Вселенной: чрезвычайную однородность в большом масштабе, но все-таки не такую, чтобы не могли образоваться галактики; достаточно низкую температуру, необходимую для химических реакций; значение постоянных, характеризующих четыре известных нам типа взаимодействий, позволяющих существовать ядрам, но не позволяющих выгорать всему космическому водороду и др.

Но в своей сильной форме антропный принцип приводит к заключениям, которые справедливо критикуются как физиками, так и философами. Однако дальнейшее развитие науки позволит построить такую физическую модель Вселенной, в которой антропный принцип получит свое материалистическое толкование и займет вполне естественное место. Но пока это остается только теоретической схемой, требующей дальнейшей разработки и практического подтверждения. Поэтому история антропного принципа еще далека от окончательного завершения.

Информация

Извержение вулкана в Колумбии

Все лето 1993 г. вулкан Галерас, находящийся в южной части Колумбии (1,22° с. ш., 77,37° з. д.), никак не мог успокоиться после своего январского взрыва, приведшего к гибели 11 человек. 7 июня над его вершиной поднялся плотный столб дыма 7-километровой высоты.

Содержавшиеся в нем мелкие

частицы ионизовали атмосферу, и началась гроза с мощными молниями. Военные подразделения, размещенного в 4 км от кратера, доложили о подземном грохоте, напоминавшем звуки реактивного самолета. За первые 17 часов извержения было зарегистрировано 354 подземных толчка. Облеты на самолете показали, что все верхние склоны покрыты свежим пеплом.

Раскаленные вулканические «бомбы» диаметром до 530 см вылетали на расстояние около 1 км, а диаметром 550 см — до полукилометра от кратера. Сравнительно крупные частицы пепла покрыли почву в северу

от вулкана слоем толщиной 5 мм, а более мелкие были разнесены ветром на расстояние 110 км, так что охваченная пеплопадом площадь достигла примерно 5 тыс. км². Общая масса выброшенного пепла и вулканических «бомб» за данный период активности близка к $12,6 \times 10^5$ м³.

Наблюдения ведут сотрудники Южной вулканологической обсерватории Колумбии в Сан-Хуане-де-Пасто.

Smithsonian Institution
of the Global Volcanism
Network, 1993, 6, 2

Восстанавливая страницы истории.

Очерк девятый.
Дмитрий Обломиевский

До начала 1990 г. я ничего не слышал и не читал об этом человеке. А память на фамилии астрономов меня никогда не подводила.

ВТОРОЙ ПОСЛЕ ГАНЗЕНА

Где-то в феврале 1990 г., изучая работы астронома Н. М. Воронова по теории движения малых планет (Земля и Вселенная, 1992, № 2, с. 71), в работе, посвященной малой планете 48 Дорис, промелькнула фамилия — Обломиевский. Оказывается, он применил метод Ганзена к построению теории движения Дорис в 1866 г., спустя пять лет после издания труда Ганзена с изложением своего метода.

Немецкий астроном Петер Андреас Ганзен (1795—1874) известен в основном благодаря разработанной им численно-аналитической теории движения Луны и составленным по ней лунным таблицам, по которым вплоть до

20-х годов нашего столетия вычислялись все лунные эфемериды.

Но Ганзен внес гораздо больший вклад в развитие небесной механики. Им разработан специальный метод, пригодный для анализа движения астероидов. Обломиевский был вторым астрономом после Ганзена, применившим этот метод, — раньше А. Мёллера, Г. Лево, Г. Остена, Г. Замтера¹.

Воронов дает ссылку на

¹ Астрономы, в разные годы применявшие метод Ганзена к построению теорий возмущенного движения малых планет: Мёллер Аксель (1830—1896), шведский астроном, в 1870 г. построил теорию движения 55 Пандоры; Лево Гюстав (1841—1911), французский астроном, в 1880—1908 гг. построивший точную теорию движения 4 Весты; Остен Ганс (1875—1936), немецкий астроном, разработавший в 1910 г. теорию 447 Валентины; Замтер Генрих (1865—1926), немецкий астроном, давший более точную теорию 13 Эгерии, чем Ганзен (1910 г.).

публикацию Обломиевского в «Astronomische Nachrichten» № 593. При этом он, однако, сообщает, что сам работы Обломиевского не читал, а судит о ней по ее изложению в статье Г. Цейпеля, опубликованной в 1902 г. в трудах Петербургской Академии наук.

Предположив, что в библиотеке Ташкентской обсерватории, где работал в 1932—1935 гг. Н. М. Воронов, данного номера «Astronomische Nachrichten» могло не быть, я достал этот журнал в библиотеке ГАИШ. Но вот досада — никакой статьи Обломиевского в нем не было. Ссылка на него у Воронова была ошибочна.

Я обратился к «Библиографии русской астрономической литературы 1800—1900 гг.» Н. Б. Лавровой и там нашел точную ссылку на публикацию Обломиевского: год 1866, № 1598. Беру этот номер — да, статья его там имеется. Это серьезное исследование движения малой планеты Дорис с

учетом возмущений от Юпитера, выполненное по методу Ганзена.

Только спустя треть века, в 1902 г. шведский математик и астроном Гуго фон Цейпель (1873—1957) применил к изучению возмущенного движения планеты Дорис метод, предложенный за восемь лет до этого его соотечественником Карлом Болином (1860—1939). Метод Болина использует уравнения Ганзена, но он применим в основном к астероидам, имеющим соизмеримость периодов (или средних суточных движений n) с Юпитером (у которого $n=300''$). Г. Цейпель применил его к планетам типа Гекубы ($n=600''$) и к планете Дорис, у которой $n=647''$. Свои результаты он сравнил с результатами Обломиевского. Расхождение значений коэффициентов в разложениях между обоими авторами — около одного процента. Однако М. А. Вильев, давший в своей работе 1918 г. вообще довольно высокую оценку труду Г. Цейпеля, весьма критически охарактеризовал его числовые результаты. В работе Н. М. Воронова о планете Дорис (ее никто из астрономов не оспаривал и сомнению не подвергал) коэффициенты гораздо ближе к значениям, выведенным Обломиевским, чем к значениям Г. Цейпеля.

КТО ТАКОЙ ОБЛОМИЕВСКИЙ?

С таким вопросом я обращался к нескольким ведущим небесным механикам Москвы и Ленинграда и неизменно получал ответ: «Не знаю». Ну а что можно узнать об авторе из статьи Обломиевского? Увы, очень мало: Д. Обломиевский, подполковник Генерального штаба, г. Тифлис. Итак, рус-

ский офицер. Особенно удивляться этому не приходится, поскольку многие офицеры Генерального штаба русской армии проходили в те годы практику в Пулковской обсерватории. Был в их числе и поручик В. В. Витковский, ставший впоследствии крупнейшим отечественным геодезистом и астрономом (Земля и Вселенная, 1990, № 1, с. 82).

Только в сентябре 1990 г., оказавшись вновь в Ленинграде, я смог проверить это предположение. В отчете Пулковской обсерватории за первые 25 лет ее существования (1839—1864) нашел фамилию Обломиевского. Он действительно проходил практику в Пулкове в 1856—1859 гг.

Тогда я отправился в Центральный государственный исторический архив СССР (ЦГИА) и стал листать адрес-календари Российской империи за 60-е годы прошлого века. В них сообщались сведения обо всех должностных лицах, находящихся на государственной службе, гражданских и военных. Беру адрес-календарь на 1866 г.; смотрю алфавитный указатель. Обломиевского нет! Беру такое же издание на 1864—1865 гг. Имеется Обломиевский Дмитрий Федорович. Так, первый инициал совпадает, но... Дмитрий Федорович — лейб-хирург при царских детях, великих князьях Александре Александровиче (будущем Александре III), Владимире и Алексее Александровичах.

Конечно, врачи-астрономы в истории нашей науки встречались. Взять хотя бы Генриха Вильгельма Ольберса (1758—1840), врача по специальности, также занимавшегося малыми планетами, автора гипотезы о распаде большой планеты, породившей пояс астероидов, а также метода вычисления орбиты малой планеты или ко-

меты по трем наблюдениям. Неприятность (для моих поисков) состояла не в том, что Д. Ф. Обломиевский был хирургом, а в том, что он был действительным статским советником, астроном же, сведения о котором мне были нужны, был подполковником. Значит лейб-хирург это не тот, кто меня интересует.

Я решил заглянуть немножко вперед и взял адрес-календарь на 1869 г. Лейб-хирурга Д. Ф. Обломиевского там уже нет (умер? вышел в отставку?), но зато есть начальник геодезического отделения Военно-топографического отдела Главного штаба полковник Дмитрий Дмитриевич Обломиевский. Очевидно, это и есть интересующий меня астроном. Точнее, военный геодезист, занимавшийся, как это часто бывало в то время, и астрономией. Скорее всего он — сын лейб-хирурга. Уж очень редкая фамилия, да и отчество согласуется.

Хочется узнать о нем побольше. Заказываю «Список полковникам по старшинству», изданный военным ведомством в 1872 г. Да, вот он есть: офицер с 1852 г. в полковники произведен в 1866 г., указана уже известная мне должность и ордена, которыми он был награжден: Станислав 2-й степени, Владимир 4-й степени, Анна 2-й степени.

Смотрю адрес-календарь на 1872 г., 1875-й, 1876-й. Д. Д. Обломиевский в прежней должности и звании, но в календарях на 1877 и 1878 гг. его уже нет, а должность начальника геодезического отделения остается вакантной. Заместители остались прежними, а начальника нет! Что же с ним случилось? В «Списке полковникам по старшинству» на 1881 г. его тоже нет.

По систематическому каталогу библиотеки ЦГИА на-

Perturbations générales de la planète Doris par Jupiter.

Par M. le Lieutenant-Colonel de l'Etat-major *D. Oblomiewsky.*

En partant du système d'éléments suivants :

Epoque = 1862 Juillet 25,0 temps moyen de Berlin.

	DORIS.	JUPITER.
Anomalie moyenne.....	$c = 235^{\circ} 11' 27'' 8$	$c' = 169^{\circ} 19' 40'' 0$
Longitude du périhélie.....	$\pi = 74 10 11,4$	$\pi' = 11 54 53,1$
Longitude du noeud.....	$\theta = 184 54 47,6$	$\theta' = 98 54 20,5$
Inclinaison.....	$i = 6 29 34,1$	$i' = 1 18 40,3$
Angle de l'excentricité ($e = \sin \varphi$).....	$\varphi = 4 23 42,9$	$\varphi' = 2 45 53,8$
Mouvement moyen diurne.....	$n = 647'' 12954$	$n' = 299'' 1286$
Log. du demi-grand axe.....	$\log a = 0,4926769$	$\log a' = 0,7162371$
Masse.....	—	$m' = \frac{1}{1047,879}$

teux de substituer l'anomalie moyenne à la place de l'anomalie excentrique, que *Hansen* propose pour variable indépendante dans le cas des petites planètes. Le développement

pourront être exprimées par des séries convergentes, en fonction de ces deux signes de l'anomalie moyenne. Soit f l'anomalie vraie. En posant alors généralement

хожу книгу Н. П. Глиноецкого «Исторический очерк Николаевской Академии Генерального штаба», изданную в Петербурге в 1882 г. И там обнаруживаю весьма полезные для меня сведения. Оказывается, Д. Д. Обломиевский окончил эту академию в 1856 г. по геодезическому отделению. В 1859—1860 гг. он сам преподавал в академии геодезию в должности адъюнкт-профессора. В Академию Генерального штаба был переведен из Инженерной академии, с 1858 по 1882 год состоял в Главном штабе.

Эти сведения дополняет «Исторический очерк деятельности Корпуса военных топографов», составленный группой авторов под руководством известного астронома и геодезиста Ф. Ф. Шуберта (1789—1865) и изданный в 1872 г. В нем гово-

рится, что Дмитрий Дмитриевич родился в 1834 г., что он из дворян, в службу вступил в 1852 г. прапорщиком лейб-гвардии Павловского полка. По службе он продвигался довольно быстро: в 1854 г. произведен в подпоручики, на следующий год в поручики, в 1858 г. в штабс-капитаны, в 1859 г. в капитаны, в 1863 г. в подполковники и в 1866 г. в полковники. Но дальше, как говорится, темп замедлился, и генеральского чина Обломиевскому пришлось ждать целых 11 лет.

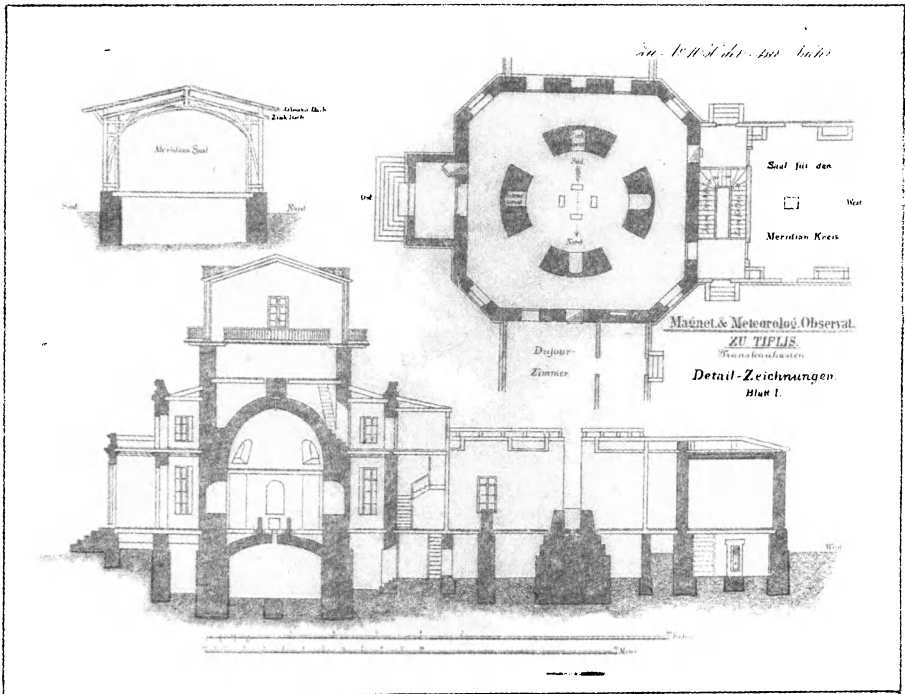
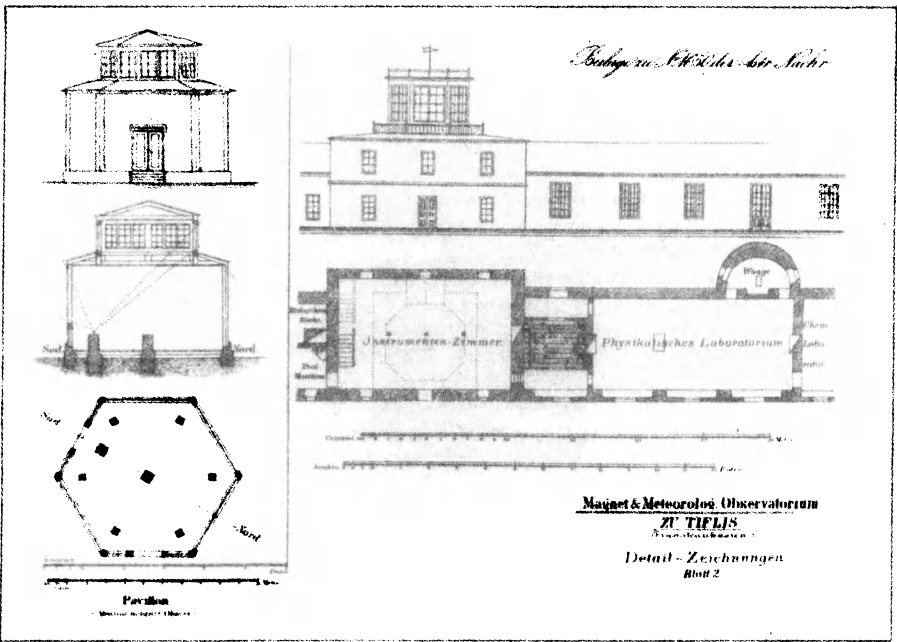
И все же в 1877 г. 43-летний Обломиевский произведен в генерал-майоры. Поэтому я и не мог найти его в списке полковников, изданном в 1881 г. А в 1882 г. он был, как сообщает Н. П. Глиноецкий, уволен по болезни, хотя ему не было и 50 лет.

Репродукция статьи Д. Д. Обломиевского о теории движения малой планеты Дорис в журнале «Astronomische Nachrichten»

АСТРОНОМИЯ И ГЕОДЕЗИЯ В ЗАКАВКАЗЬЕ

Однако больше всего интересовала меня (и, надеюсь, наших читателей) не служебная карьера Д. Д. Обломиевского, а его научная деятельность в области астрономии и геодезии. После окончания практики в Пулковке и преподавания в академии он уехал в Тифлис, где начал работу на астрономической обсерватории. Вот что сообщает об этой работе в 1865 г. О. В. Струве в сборнике к 25-летию Пулковской обсерватории:

«Обсерватория в Тифлисе



Чертежи Тифлисской обсерватории, опубликованные А. Ф. Моричем в начале 60-х годов XIX в. в «Astronomische Nachrichten». В этот период на обсерватории работал Д. Д. Обломовский

покамест представляет только основной пункт геодезического измерения Закавказского края, и потому занятый при ней астроном, подполковник Обломиевский, также прежний воспитанник Пулковской обсерватории, в первое время преимущественно занялся такими трудами, каких требовала геодезическая обработка страны. Но намереваются впоследствии предоставить этой обсерватории занятия чисто научными вопросами, чему особенно благоприятствовало бы южное ее положение». И далее говорится о приборах, которыми в то время располагала обсерватория. Это были трехфутовый меридианный круг Репсоляда (т. е. с фокусным расстоянием 90 см) и малый рефрактор Штейнгейля, который предполагалось заменить более крупным телескопом.

Как сообщает «Исторический очерк деятельности Корпуса военных топографов», в 1860—1866 гг. Д. Д. Обломиевский производил астрономические работы в Ставропольской губернии и в Закавказском крае (под астрономическими работами здесь подразумевались определения астропунктов и иные работы, требовавшие астрономических наблюдений).

Дальше уточняется, какие именно работы вел Обломиевский. Это были астрономические наблюдения для триангуляции Северного Кавказа, т. е. определения точных широт и долгот ряда пунктов, составляющих основу сети триангуляции.

ПРИТЯЖЕНИЕ КАВКАЗСКИХ ГОР

К этой основной задаче (определению широт и долгот) прибавилась и другая: выяснить, как влияет на ук-

лонение отвеса притяжение... гор Кавказского хребта. Инициатором этого исследования был сам О. В. Струве.

Вообще говоря, в любой местности из-за неравномерного распределения тяжелых и легких масс в земной коре, а также из-за наличия крупномасштабных неравномерностей рельефа (гор и впадин) отвесная линия испытывает отклонение от идеального направления, которое она бы занимала, если бы земная кора была однородна, а форма поверхности Земли соответствовала бы эллипсоиду вращения. На деле этого нет, и ровная поверхность, которую приняла бы поверхность морей и океанов, если бы в суше были прорыты узкие каналы, связывающие океаны между собой — поверхность геоида — отклоняется от поверхности среднего эллипсоида Земли.

Для выполнения поставленной задачи Обломиевский располагал переносным вертикальным кругом Репсоляда (изготовленным по специальному заказу О. В. Струве) и с помощью этого прибора определил широты в 17 пунктах региона. Точность измерений составила $\pm 0,27''$. Азимуты определялись с помощью теодолита Эртеля. Они были измерены в семи пунктах. Все эти полевые работы Обломиевский выполнил осенью 1861 г., весной 1862 г. и в летние сезоны 1863, 1864 и 1866 гг.

Наблюдения были обработаны начальником Военно-топографического отдела Кавказского военного округа И. И. Стебницким (1832—1897), опубликовавшим в 1870 г. в приложениях к «Запискам Императорской академии наук» статью под названием «Об отклонении отвесных линий притяжением Кавказских гор». В этой большой работе (128 стра-

ниц) И. И. Стебницкий, используя результаты Д. Д. Обломиевского и привлекая многочисленные геодезические измерения, доказывает, что отклонения отвеса на Северном Кавказе и в значительной части Закавказья вызваны притяжением горного массива Кавказского хребта. Лишь в Азербайджане были выявлены аномалии, связанные с особенностями строения верхних слоев земной коры (как мы знаем теперь — с их нефтеносностью).

Работа И. И. Стебницкого получила высокую оценку как современников, так и ученых нашего времени. Известный геофизик, член-корреспондент АН СССР В. В. Федынский так писал о ней в 1967 г.: «Еще до Гельмерта² И. И. Стебницкий (1872 г.) в России отметил, что судя по данным отклонений отвеса, в Восточном Закавказье должны быть погребенные массы и должно наблюдаться увеличение силы тяжести. Эти предположения впоследствии подтвердились».

В те же годы, в какие он проводил эту серию определений астропунктов, Д. Д. Обломиевский и выполнил свою теоретическую работу о движении малой планеты Дорис. Скорее всего, он занимался ею в зимние месяцы, когда погодные условия не позволяли проводить полевые работы или астрономические наблюдения.

Больше исследований по теоретической астрономии Д. Д. Обломиевский не делал. Его последующие пуб-

² Гельмерт Фридрих Роберт (1843—1917) — немецкий геодезист, в 1887 г. вывел первую точную формулу для нормальных значений силы тяжести и указал на связь гравитационных аномалий, наблюдаемых на побережье материка, с особенностями строения земной коры.

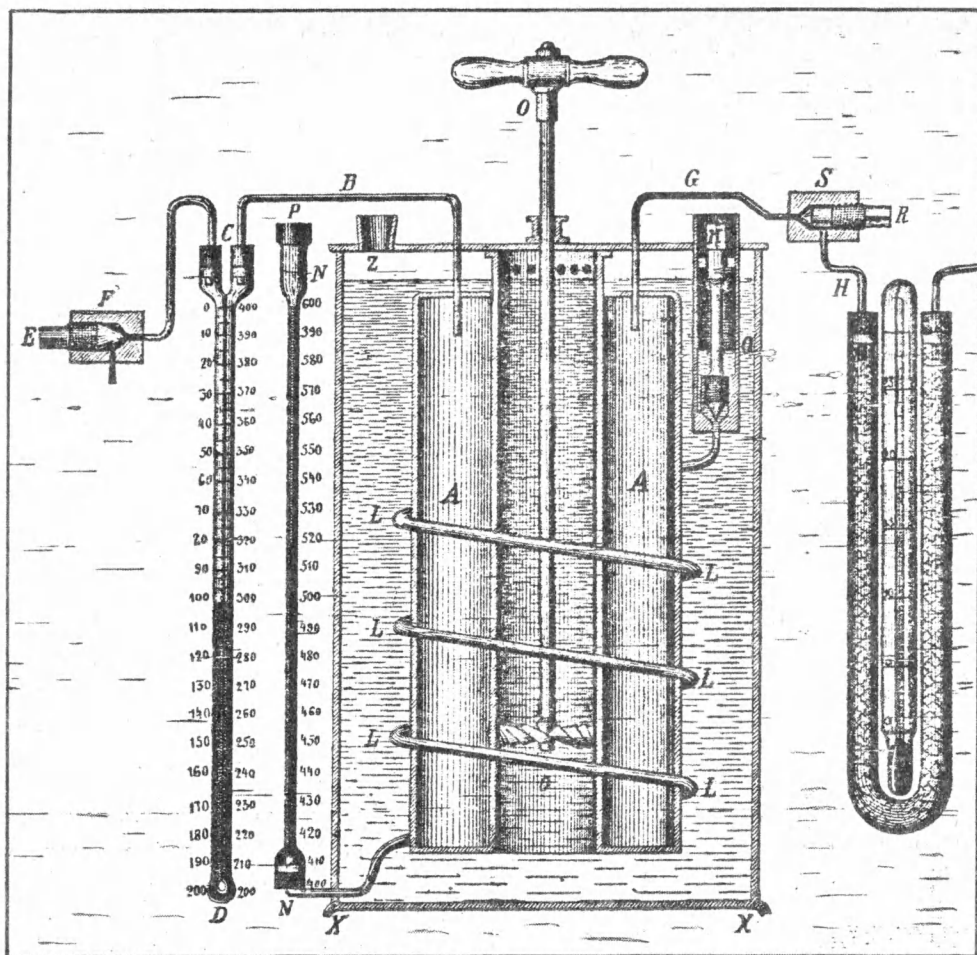


Схема дифференциального барометра Д. И. Менделеева

ликации относятся к методике геодезических измерений. Так, в 1875 г. он опубликовал «Вспомогательные таблицы тригонометрических функций для малых дуг», а спустя два года — статью «Дифференциальный барометр и его применение к измерению высот».

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ БАРОМЕТР

Название последней работы напомнило мне, что впер-

вые предложил использовать дифференциальный барометр для определения высот над уровнем моря Дмитрий Иванович Менделеев в 1873 г. Прибор по его проекту изготовил механик Пулковской обсерватории Г. К. Брауэр. В 1875 г. за это изобретение Д. И. Менделееву была присуждена медаль на Парижской географической выставке. На следующий год Менделеев опубликовал работу «О барометрическом нивелировании и применении для него высотомера». Это известно всем специалистам.

Однако никто не сообщает, что заключение на при-

бор Менделеева писал начальник геодезического отделения Главного штаба полковник Д. Д. Обломиевский. Это мне удалось выяснить по архивным материалам, обнаруженным в Центральном государственном военно-историческом архиве (ЦГВИА). Оказалось, что по поводу этого прибора, начиная с мая 1873 г., велась оживленная переписка, затронувшая весьма высокопоставленных лиц.

2 мая 1873 г. председатель Русского технического общества П. А. Кочубей (1825—1892) обратился с письмом на имя военного министра Д. А. Милютина

с просьбой оказать содействие практическому использованию прибора Д. И. Менделеева. Вот что он писал: «Этот прибор для определения самых малых изменений в атмосферном давлении, названный им (Менделеевым — В. Б.) дифференциальным барометром, может иметь применение при нивелировании. С ним можно определять в 15 раз меньшие разности высот, чем обыкновенным барометром». Далее приводился численный пример: разности высот в 1 аршин (71 см) соответствует разность уровней столба жидкости в приборе 1 мм. А жидкостью служила в приборе... бакинская нефть.

Д. А. Милютин поручил провести испытание прибора Военно-топографическому отделу Главного штаба совместно с самим изобретателем. И уже 12 мая начальник отдела Э. И. Форш ответил Д. И. Менделееву, сообщив ему решение министра (подобной оперативности стоит поучиться некоторым нашим министрам). На письме Форша — приписка Д. Д. Обломиевского, сделанная, очевидно, позднее: «Отчет об опытах измерения высот с дифференциальным барометром профессора Менделеева напечатан в «Записках Военно-топографического отдела» в 1876 г. Полковник Обломиевский».

В Государственной библиотеке им. В. И. Ленина я познакомился с этим отчетом. Наблюдения проводились в августе 1875 г. в окрестностях Гельсингфорса (ныне Хельсинки) Обломиевским совместно с полковником А. Г. Эрнефельтом. Использовались два одинаковых прибора, из которых один следил за изменениями атмосферного давления, а другим производили измерения разностей высот 20 пунктов, для

которых эти разности были определены независимо методами геодезического нивелирования.

Оказалось, что вероятная ошибка измерений новым методом составляет $\pm 0,148$ сажени, т. е. $\pm 31,5$ см. Подводя итоги испытаний, Д. Д. Обломиевский пишет: «Из изложенного видно, что дифференциальный барометр может иметь обширное применение к нивелировкам во всех случаях, когда на небольшом пространстве требуется определить по высоте значительное число точек, коих относительные превышения невелики. Кроме топографических работ, этот инструмент может быть весьма полезен при так называемых инженерных съемках горизонтальными сечениями в железнодорожных изысканиях, преимущественно для поперечной нивелировки и в особенности для гипсометрических работ в лесистой местности». Работа с дифференциальным барометром потребует вдвое меньше времени, чем применение кипрегеля с рейкой или нивелира. Далее Д. Д. Обломиевский делает ряд предложений по совершенствованию прибора. В работе дана полная теория метода, обсуждаются возможные источники ошибок и способы их исправления.

Так военный геодезист Обломиевский помог великому русскому химику применить на практике изобретенный им прибор.

ПРОХОЖДЕНИЕ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ АСТРОПУНКТОВ В СИБИРИ

9 декабря 1874 г. (27 ноября ст. ст.) ожидалось прохождение Венеры по диску Солнца. Напомним, что это

явление наблюдается два раза (с интервалом в 8 лет) в столетие, точнее, за 121 год. Предыдущее прохождение было в июне 1769 г., затем предстояла пара декабрьских прохождений — в 1874 и 1882 гг., а потом — долгий интервал до 8 июня 2004 года. Будем надеяться, что большая часть наших читателей сможет наблюдать это редкое явление. Оно будет видно почти на всей территории нашей страны в течение примерно 6 часов.

В Военно-историческом архиве, в фонде Военно-топографического отдела Главного штаба (ВТО) удалось обнаружить интересную переписку между О. В. Струве и руководством ВТО. Еще 18 ноября 1872 г. О. В. Струве обратился к начальнику ВТО генералу Э. И. Форшу с просьбой провести геодезическое обеспечение предполагаемых пунктов наблюдений в Сибири и на Дальнем Востоке, иначе говоря, определить их точные координаты (долготу и широту).

Определения широт особых трудностей не представляли. Для этого требовалось пронаблюдать с хорошим теодолитом угловые высоты над горизонтом ряда избранных ярких звезд в верхней и нижней кульминации.

Труднее было с долготами. В прежние времена для этого применяли метод перевозки хронометров — «хранителей времени», показывавших время основного пункта (таковым являлся в России Петербург). Из астрономических наблюдений находили местное время данного пункта. Разность времен определяла разность долгот. Но в начале 70-х гг. в практику вошло новое изобретение — телеграф. Телеграфные линии были протянуты к 1872 г.

до самого Владивостока. По телеграфу передавались сигналы точного времени из Пулковской обсерватории.

Начальник геодезического отделения ВТО Д. Д. Обломиевский предложил Э. И. Форшу смелый план: определить, используя телеграф, астрономические пункты не только в местах предстоящих наблюдений прохождения Венеры, но и во многих других городах Сибири и Дальнего Востока, чтобы они послужили опорными пунктами для последующих триангуляций. 3 мая 1873 г. он представил докладную записку по этому вопросу.

Все работы предполагалось выполнить за три года (1873—1875). В качестве исполнителей были выбраны опытные геодезисты: подполковник К. В. Шарнгорст и штабс-капитан П. П. Кульберг. Уже 14 июня 1873 г. Д. Д. Обломиевский составил для них подробную инструкцию на 10 страницах. К каждому из геодезистов были прикомандированы топограф и солдат для обслуживания и помощи при перевозке. План согласовали с О. В. Струве. Условились, что Шарнгорст будет наблюдать прохождение Венеры в Благовещенске, а Кульберг — в Хабаровке (будущем Хабаровске).

Геодезисты начали работу. Из Петербурга они выехали в Москву (поездом), затем в Казань. За Волгой желез-

ных дорог тогда еще не было. Ехали на подводах, иногда на паромовых по сибирским рекам и даже на лодках, под парусом или на веслах. Шарнгорст весьма красочно описывал в отчетах все трудности этого путешествия. Но задание было выполнено: определены точные широты и долготы астропунктов в Томске, Канске, Иркутске, Чите, Сретенске, Албазане, Благовещенске, Хабаровке, Владивостоке и Николаевске. Кроме того, измерения были проведены в других пунктах, намеченных астрономами для наблюдений прохождения Венеры: гавань Посет (наблюдатели Б. А. Гассельберг и Г. Струве) и селение Камень-Рыболов у озера Ханка (наблюдатель С. П. Глазенап), а во Владивосток был направлен лейтенант флота М. Л. Онацевич.

Вполне успешными были астрофизические наблюдения Гассельберга и Г. Струве; Глазенапу, Онацевичу и Кульбергу удалось наблюдать точные моменты контактов Венеры с солнечным диском (правда, не всех). Только Шарнгорсту совсем не повезло — в Благовещенске была сплошная облачность. Зато на его долю выпала обработка всех измерений широт и долгот. Из этой длительной экспедиции он вернулся полковником, а Кульберг — капитаном (впрочем, через несколько лет и он стал пол-

ковником). План, разработанный Д. Д. Обломиевским, был выполнен.

КОРОТКО О ЛИЧНОЙ ЖИЗНИ

В Ленинской библиотеке я смог найти и кое-какие сведения о личной жизни Дмитрия Дмитриевича. Да, он был сыном лейб-хирурга Д. Ф. Обломиевского, который был не только медиком, но и писателем, внешне рано скончавшимся 14 февраля 1865 г. Его сын был женат на Ольге Михайловне Лавровой, дочери адмирала М. А. Лаврова (1799—1882), плававшего в молодости на шлюпе «Кроткий» на Камчатку. Детей у Дмитрия Дмитриевича не было.

Какова же была его дальнейшая судьба после выхода в отставку в мае 1882 г.? Ответ дал Петербургский некрополь, составленный в 1912 г. В. И. Сантовым. Из него я узнал, что Д. Д. Обломиевский скончался 20 июля 1897 г. в возрасте 63 лет и был похоронен в Новодевичьем монастыре в Петербурге.

Таковы основные вехи жизни одного из русских военных геодезистов, участвовавшего во многих важных научных исследованиях в астрономии, геодезии и гравиметрии, но, увы, совершенно забытого в наши дни.

В. А. БРОНШТЭН,
кандидат
физико-математических наук

Информация

Измерять озон по звездам!

Европейское космическое агентство планирует запустить в 1998 г. искусственный спутник Земли «ENVISAT», с помощью которого предстоит выполнять

ряд точных озонметрических измерений.

На борту этого ИСЗ будет установлен оригинальный прибор «GOMOS» (Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars — «Мониторинг глобального распределения озона путем наблюдения за покрытием звезд»). Прибор улавливает интенсив-

ность свечения звезд и определяет, какая часть этого света, проходя через земную атмосферу, поглощается озоном.

По мере обращения ИСЗ вокруг нашей планеты, с каждым его витком данная звезда ока-

(Продолжение см. на с. 92)

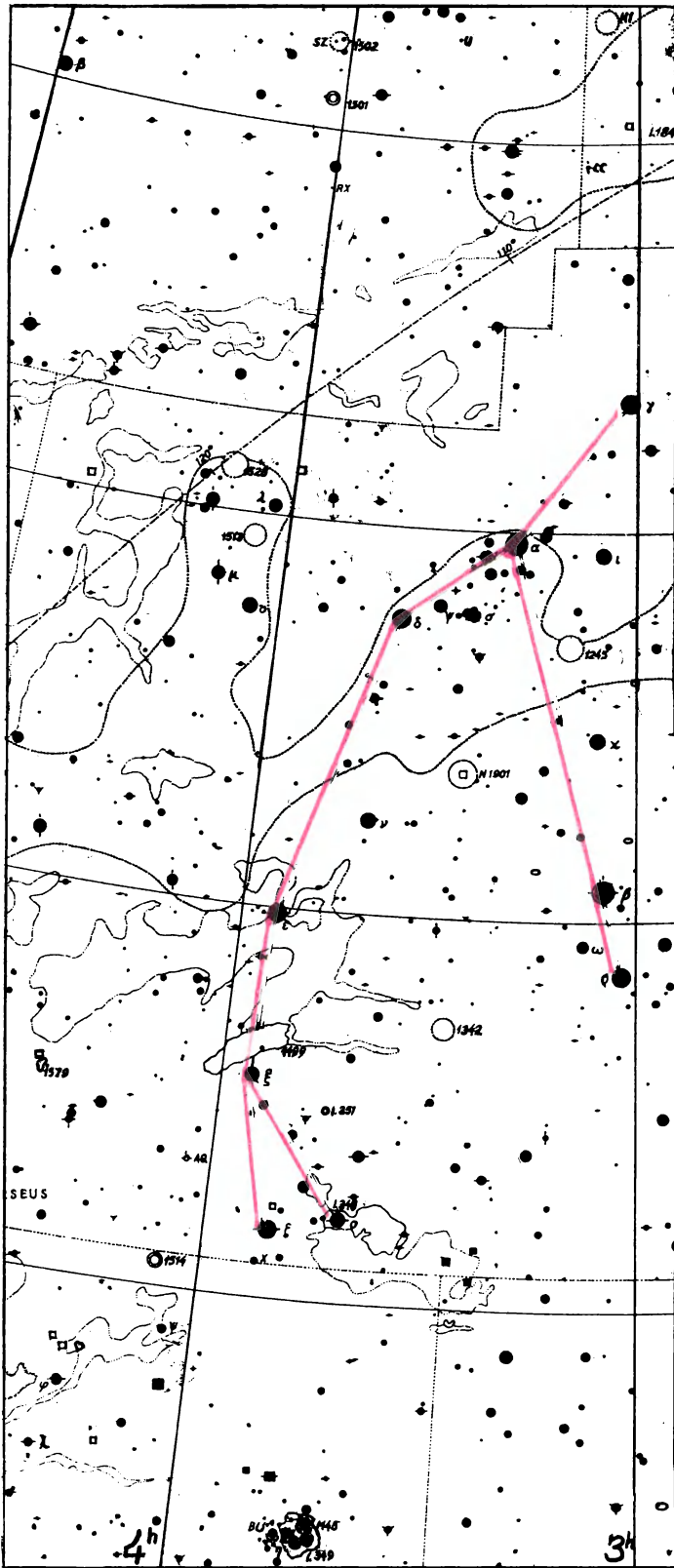
Звездный ларец. Ноябрь — декабрь

В конце осени — начале зимы, готовясь к наблюдениям, давайте взглянем на подвижную карту звездного неба. Мы обнаружим, что (около 23^h в декабре или на час раньше в январе) на востоке уже взошли роскошные зимние созвездия Телец, Орион, Близнецы, в то время как на западе еще не скрылись летние Лебедь и Дельфин. В это самое время вблизи зенита кульминирует созвездие Персея, ассоциирующееся, наверное, у большинства наблюдателей и с теплыми летними ночами, и с зимней стужей. В обзоре, опубликованном год назад (Земля и Вселенная, 1992, № 6, с. 74), уже упоминались некоторые богатства этого созвездия, в том числе три объекта из его «большой четверки» — «Двойное скопление» χ и η , планетарная туманность М 76 и рассеянное скопление М 34. Это действительно яркие и нетрудные для наблюдения объекты, но ими не ограничивается, а лишь открывается сокровищница Персея! В созвездии находится еще не менее двух десятков объектов, доступных, например, «Мицару», установленному вдали от городской засветки. Поговорим о некоторых из них поподробнее.

В августе 1993 г. мне, в числе других московских наблюдателей, довелось принимать участие в работе любительской астрономической экспедиции на Северном Кавказе (вблизи пос. Мезмай Краснодар-

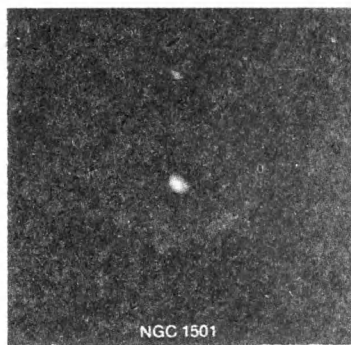
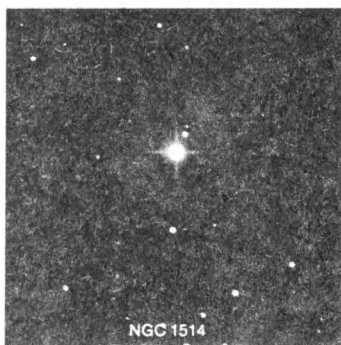
ского края). Помимо 35-сантиметрового рефлектора и 8-сантиметрового рефрактора я мог пользоваться и некоторыми другими телескопами, привезенными любителями астрономии, в том числе 15,5-сантиметровым «Райт-Ньютоном» и «Мицаром». Это оказалось чрезвычайно удобным при подготовке настоящей статьи: все объекты, упомянутые здесь, были исследованы каждым из этих инструментов со всеми доступными увеличениями. Темная южная ночь и высокая прозрачность атмосферы позволили насладиться красотой и разнообразием звездных глубин Персея и соседствующих с ним областей неба.

Интересную и необычную планетарную туманность, NGC1514, в созвездии Тельца, у самой его границы с Персеем, я думаю, наблюдатель отыщет без труда. Не заслужившая упоминания ни в одной из вышедших в нашей стране книг по любительской астрономии, она относится к самым крупным и доступным объектам этого класса на небе. Туманность окружает звезду 9,4^m, найти которую, воспользовавшись приведенными здесь картами, будет очень легко. Однако учтите, у NGC 1514 есть одна интересная особенность: отыскать ее центральную звезду гораздо проще, чем увидеть саму туманность. При первом взгляде она как бы теряется в свете звезды, и невнимательный наблюдатель может просто не заметить



Созвездие Персея в атласе «Coeli» А. Бечваржа. Воспроизведенный здесь фрагмент поможет отыскать все упомянутые в тексте объекты. В атлас вошли все звезды до 7,75 и объекты до 12—13^m

Планетарные туманности NGC 1514 в созвездии Тельца и NGC 1501 в созвездии Жирафа. Снимки сделаны с крупным инструментом, однако обе туманности могут быть найдены и с помощью вполне скромного телескопа



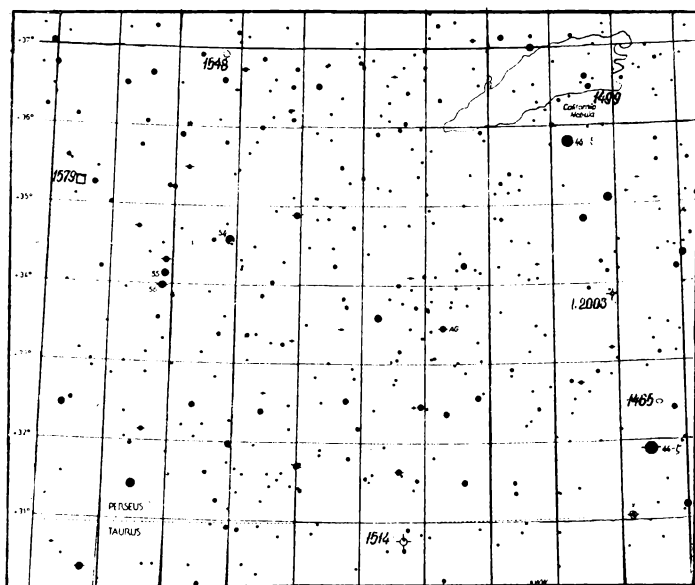
ее. Однако, взглядевшись и используя боковое зрение, вы вдруг замечаете вокруг звезды довольно большую бледно светящуюся область и удивляетесь, как же вы не заметили ее сразу. Здесь, на Кавказе, я без труда нашел NGC 1514 и в «Мицар», и в 80-миллиметровый рефрактор (при увеличении $40\times$), хотя в Москве мне потребовался 20-сантиметровый «Ньютон», чтобы обнаружить ее в первый раз.

Визуальный интегральный блеск туманности — $10,8^m$, и хотя размеры ее $120'' \times 90''$, она кажется в небольшой телескоп совершенно круглой. Рефлектор с диаметром зеркала 35 см позволил

уверенно различить на диске туманности темные пятна и даже уловить некоторый намек на кольцеобразность. В западной части туманности эти детали выглядят более отчетливыми.

Диффузная туманность NGC 1579 в 7° восточнее звезды ξ Персея найти также несложно: она кажется достаточно яркой даже в 80-миллиметровый школьный рефрактор. С ним можно различить светлую область, полукругом огибающую с востока звезду примерно $9,5^m$. 20-сантиметровый «Ньютон» позволяет заметить, что туманность неоднородна: к востоку от звезды видно сгущение, для подробного изучения которого нужен телескоп с

Фрагмент из атласа «Uranometria 2000.0», содержащего звезды до 9^m , показывает окрестности туманностей NGC 1514 и NGC 1579 и NGC 1499 «Калифорния»





Туманность NGC 1499 «Калифорния» — одна из крупнейших и красивейших на небе. Снимок заимствован из журнала «Sky and Telescope» (май 1990 г.). Фотографию сделал американский любитель астрономии Дж. Глизон с помощью 20-сантиметровой (1:1,5) камеры Шмидта. Использовалась гиперсенсibilizированная водородом пленка «Kodak TP-2415» и красный светофильтр. Выдержка 45 мин

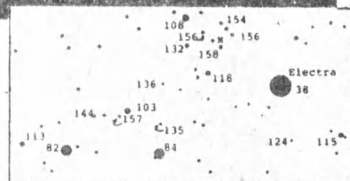
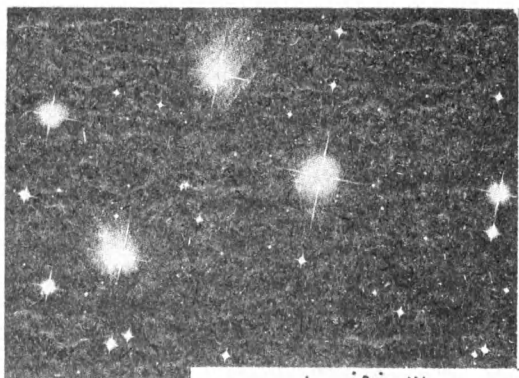
апертурой больше 25 см. При увеличении 88^x мой 35-сантиметровый показывает сгущение как довольно яркое треугольное

пятно на фоне более слабой остальной части туманности, а при 160^x этот сгусток кажется расположенным в вершине «веера» и напоминает запятую. Рядом с NGC 1579 в «Atlas Coeli» А. Бечваржа квадратиком отмечена еще одна диффузная туманность. По-видимому, это ошибка, никакого объекта, доступного даже для крупного телескопа, здесь нет, как нет и безымянной галактики в нескольких градусах южнее (тоже отмеченной в «Coeli»). Это подтверждают более поздние и подробные «Sky Atlas 2000.0» и «Uranometria 2000.0».

Диффузная туманность в $0,5^\circ$ к северу от стыка границ созвездий Тельца, Овна и Персея, не отмеченная номером на приведенной здесь карте из «Coeli», к счастью, не ошибка и носит обозначение NGC 1333. Этот газо-пылевой комплекс, хотя и чуть слабее, чем предыдущие две туманности, все же, как и они, легко заметен в 80-миллиметровый телескоп. Он выглядит большой светлой областью, окружающей слабую звезду. 35-сантиметровый рефлектор позволяет обнаружить, что вблизи центра туманности находится не одна, а две слабых звездочки, которые с одной стороны обволакивает прозрачное светлое облако. В нескольких минутах от звезд виден еще один, небольшой, но более яркий фрагмент комплекса. Несимметричность NGC 1333 и некоторые подробности ее строения можно заметить в средней полосе и в 10—15-сантиметровые телескопы. Попробуйте вести наблюдения при максимальном увеличении, хотя, возможно, наиболее удобным и эффективным окажется увеличение, численно равное значению диаметра объектива в миллиметрах.

Большая и красивая диффузная туманность NGC 1499 севернее звезды ξ Персея — одно из подлинных украшений северного неба, — носит собственное имя «Калифорния», видимо, за бросающееся в глаза сходство с очертаниями известного штата (это последний объект из «большой четверки» Персея). Хотя туманность трудна для визуальных наблюдений и упоминается везде как «фотографический» объект, вспомним, что она была открыта визуально во второй половине XIX в. знаменитым Э. Барнардом. Что же мешало современным наблюдателям повторить (а это, кстати, гораздо проще) открытие великого предшественника. Здесь, на Мезмае, бинокль 7×50 , похоже, позволил уловить некоторый намек на северный и южный края туманности в условиях чрезвычайно высокой прозрачности, но в средней полосе это большая редкость.

Однако, если вам все же не удалось рассмотреть туманность, не отчаивайтесь. Установите фотоаппарат на любую экваториальную монтировку, зарядите в него пленку «Фото-250» (а лучше «А-700»), наденьте на объектив красный светофильтр (туманность излучает в красной области спектра) и откройте затвор на 20—30 минут. Почти наверняка это большое и изящное облако ионизованного водорода хорошо проработается, а снимок потом поможет вам в новых визуальных поисках туманности.



Туманности вокруг ярких звезд в скоплении Плеяды доступны при благоприятных условиях самому скромному телескопу, однако для того, чтобы выявить их замечательную структуру, понадобится астрограф. На врезке: приведен визуальный стандарт, который поможет определить проникающую способность вашего телескопа. Цифрами отмечен блеск звезд (десятичная запятая опущена), т. е. $144 = 14,4^m$

Еще две диффузные туманности, NGC 1491 ($\alpha_{1950,0} = 3^h 59,9^m$, $\delta_{1950,0} = +51^\circ 10'$) и NGC 1624 ($\alpha = 4^h 36,5^m$, $\delta = +50^\circ 21'$) вблизи северной границы Персея также можно наблюдать с небольшими телескопами. Если же диаметр объектива больше 200 мм, то глазу становятся доступны и многочисленные подробности. Обе имеют видимые размеры $3' \times 3'$ и, воспользовавшись воспроизведенной здесь картой, вы без труда найдете их.

Едва ли труднее покажется поиск еще одной планетарной туманности, NGC 1501 в созвездии Жирафа, примерно в 10° севернее NGC 1491. По размеру она вдвое меньше, чем NGC 1514, $56'' \times 48''$, но поверхностная яркость ее примерно такая же. Центральная звезда значительно слабее, около 13^m .

В статье этого цикла в № 6 за прошлый год, описывая (на стр. 74) замечательную галактику NGC 891 в созвездии Андромеды (на карте, приведен-

ной здесь, она отмечена как овал в $3,3^\circ$ восточнее звезды γ And у правого ее края), я отметил, что темную полосу галактической пыли, протянувшуюся вдоль большой оси NGC 891, мне заметить не удавалось. Однако хорошие условия наблюдения здесь, на Кавказе, позволили установить, что это эффектное образование можно заметить даже в не очень крупные телескопы. Сначала в рефлектор с диаметром зеркала 35 см несколько наблюдателей смогли безо всякого труда проследить тонкую линию, делящую галактику на две части, а затем она была замечена и в 155-мм «Райт-Ньютон». Зрелище далекой звездной системы, светящей сквозь густую россыпь близких к нам солнц, чрезвычайно эффектно.

В «Мицар» NGC 891 представляется продолговатым туманным пятнышком света примерно 10^m с видимыми размерами $10' \times 1'$, без каких-либо подробностей.

Ни один настоящий любитель астрономии, конечно, не упустит возможности лишней раз, хотя бы мельком, взглянуть на жемчужину северного небосвода, уже высоко поднявшуюся над юго-восточным горизонтом. Конечно же, я говорю о **Плеядах**. Фотографии этого рассеянного звездного скопления завораживают, но и визуальное впечатление от наблюдений с любым телескопом этого знакомого, наверное, каждому крошечного «ковшика» оставляет неизгладимое впечатление. Скопление прекрасно видно невооруженным глазом (суммарный блеск его звезд $1,4^m$) и имеет размер около $1,7^\circ$, поэтому лучше всего изучать его в инструменты с большим полем зрения. В этом случае все поле оказывается заполненным десятками ярких и слабых голубоватых звезд (их в скоплении около 130). Но впечатление от фотографии и от визуального взгляда оказывается совершенно различным, и у наблюдателя возникает вопрос, можно ли заметить глазом все эти шлейфы и струи светящейся материи, столь эффектные на

снимках? Ответ да, однако, не отражает всей сложности проблемы, а второй вопрос (какой для этого нужен телескоп?) лишь усложняет ее. Одно можно сказать однозначно: для успешных наблюдений в любом случае решающим фактором окажется «качество» неба. На Кавказе, на высоте 1300 м над уровнем моря участникам наблюдений удавалось заметить их почти в любой инструмент с диаметром объектива больше 50 мм. В 60—80-миллиметровый рефракторы они были заметны уже достаточно уверенно, а «Мицар» уже показал форму туманности NGC 1435 протянувшуюся от Мерыпы (или 17 Тельца) к югу. 155-миллиметровый «Райт» показывал все остальные, а 35-сантиметровый «Ньютон» позволял наблюдать все туманности, даже самые слабые. Однако ни один из инструментов не позволил различить хоть какие-то детали в этих шлейфах межзвездной пыли. Все они представлялись более или менее заметными ореолами вокруг ярких звезд, очень напоминающими те, что возникают при запотевании оптики. К счастью, есть способ проверить себя и свой инструмент: наведите его на расположенные поблизости Гиады. Если ореолов вокруг звезд этого скопления нет, то, несомненно, вы видели в Плеядах туманности.

Стоит отметить, что в городе в условиях хотя бы небольшой засветки и при Луне не стоит тратить время на поиск этих слабых объектов — вряд ли вы увидите что-либо, кроме едва заметного свечения вокруг самых ярких из Плеяд, да и это будет уже серьезным успехом.

На прощание проверьте проникающую способность своего инструмента и качество условий наблюдений по фрагменту одного из визуальных фотометрических стандартов (вокруг звезды Электры), воспроизведенных здесь.

А. Ю. ОСТАПЕНКО

(Начало см. на с. 86)

зывается все ниже и ниже над горизонтом. Тем самым возникает возможность измерения содержания озона на любой высоте, в полосах, отстоящих всего на 30 м друг от друга.

За один оборот вокруг Земли, продолжающийся 90 мин, прибор успевает «взять показания» у 25 звезд, причем аппаратура слежения позволяет с высокой точностью определять пункт, где произведены наблюдения. По данным измерений предполагается построить трехмерные карты,

показывающие распределение озона в земной атмосфере через каждые трое суток. ИСЗ будет нести на борту и аппаратуру для определения содержания в атмосфере паров влаги и окислов азота.

New Scientist, 1993, 139, 1883

Это случается раз в десять миллионов лет, но мы сможем это увидеть

В мае 1993 г. Кэролайн Шумейкер вместе с помогавшим ей Дэвидом Леви, любителем астрономии, давно и успешно занимающимся поиском комет (имена этих исследователей неоднократно упоминались в «Земле и Вселенной»), открыла свою тридцатую комету. Можно только догадываться, какие чувства испытала она после того, как узнала, что ее юбилейная комета скоро станет мировой сенсацией. Как обнаружилось на следующих снимках, сделанных на обсерватории Мауна Кеа (Гавайи), комета имеет необычный вид, представляя из себя цепочку отдельных фрагментов (ядер), растянутых вдоль ее орбиты. Но самое интересное было впереди... По найденным координатам кометы были рассчитаны элементы ее орбиты, показавшие, что комета годом раньше прошла очень близко к Юпитеру — на расстоянии от центра планеты всего в 116 800 км. Это значит, что комета находилась на удалении от видимой «поверхности» Юпитера всего в 0,63 его радиуса. Есте-

ственно, что такое сближение с крупнейшей планетой Солнечной системы не могло пройти безнаказанно: ведь комета оказалась внутри зоны Роша, где на любое более или менее крупное тело действуют мощные приливные силы, стремящиеся разорвать его. Не слишком прочное кометное ядро (возможно, даже ледяное), конечно, не выдержало и распалось на отдельные куски.

К еще более поразительному результату привели расчеты дальнейшего движения кометы. Фактически, комета стала спутником Юпитера, но с очень сильно вытянутой орбитой: максимальное удаление от него 15 июля 1993 г. составило 49552000 км. Так вот, в июле 1994 г. комета снова приблизится к Юпитеру, но теперь ее траектория вблизи Юпитера должна, как следует из расчетов, пройти на расстоянии 37 800 км от центра планеты, т. е. на расстоянии 0,53 радиуса. Следовательно, комета должна столкнуться с Юпитером! По предварительным расчетам это произойдет 21 или 22 июля 1994 г.

Двигаясь со скоростью около 59,9 км/с ядро кометы (а точнее, даже группа ядер) врежется в атмосферу Юпитера на широте около -37° на невидимой с Земли стороне Юпитера — примерно в 39° по долготе от утреннего терминатора. Данные, конечно, пока весьма приблизительны (по мере движения кометы к Юпитеру они будут уточняться). Как следует из наблюдений на 88-дюймовом телескопе обсерватории Мауна Кеа (Гавайи) в конце июля 1993 г., комета состоит из 21 фрагмента. Кинетическая энергия любого из них огромна. Если предположить, что диаметр каждого фрагмента равен 5 км (это, по-видимому, наиболее вероятная величина размеров кометных ядер), нетрудно подсчитать, что кинетическая энергия составит приблизительно $3 \cdot 10^{23}$ джоулей. Если перевести это в тротиловый эквивалент, то получается величина, близкая к ста миллионам мегатонн.

Энергия знаменитого Тунгусского метеорита, взорвавшегося 85 лет назад над си-

бирской тайгой, оценивается несравненно меньшей величиной — «всего» около 2 мегатонн.

Астрономы сейчас пытаются предсказать, что же произойдет и будет наблюдаться в момент вторжения кометы в юпитерианскую атмосферу, и какие последствия вызовет небывалый по силе (по нашим земным меркам) взрыв, который может произойти на значительной глубине в атмосфере, где, например, атмосферное давление составляет около 200 бар. Несмотря на постепенное торможение, ядро успеет пройти далеко в глубь атмосферы со скоростью в десятки раз большей скорости звука, которая, в среднем, в юпитерианской атмосфере близка к 1 км/с. При громадном поперечном сечении ядро создаст перед собой колоссальное уплотнение газа и мощную ударную волну. С противоположной стороны за ядром при таких скоростях будет оставаться некоторое разрежение в виде узкой трубы или цилиндра. Поэтому часть продуктов взрыва — раздробленное и распыленное вещество ядра и смесь газов — могут быть выброшены в околопланетное пространство. Должна претерпеть значительные изменения и вертикальная структура атмосферы в зоне взрыва, который станет кратковременным, но мощным источником тепла. Инфракрасное тепловое излучение взрыва будет задерживаться и поглощаться молекулами водорода, метана, аммиака, что приведет к дополнительному нагреву атмосферы. Конвективный вынос тепла при подъеме нагретых масс газа приведет к формированию мощных облаков, а возможно и вихря, подобного знаменитому Красному Пятну.

К сожалению, сам вход кометы в атмосферу Юпитера мы увидеть не сможем — он

должен произойти на ночной, невидимой с Земли, стороне Юпитера. Но астрономы ожидают, что все же при благоприятных условиях удастся зафиксировать этот момент. Дело в том, что образующийся при движении кометы в атмосфере огненный шар (болид) будет светиться достаточно ярко — возможно, создаваемая им освещенность на расстоянии до миллиона километров в несколько раз превзойдет освещенность солнечных лучами. Значит, спутники Юпитера, находящиеся с ночной стороны планеты, осветятся в течение нескольких секунд не только Солнцем, и яркость их заметно увеличится на короткое время. А это уже можно увидеть и даже измерить!

Область столкновения и то, что в ней произойдет, станет видимой для земного наблюдателя приблизительно через полтора-два часа, но пока нельзя сказать точно в какое время. Скорее всего, для многих наблюдателей это будет вопрос везения, тем более, что условия видимости Юпитера в «дни кометы» оказываются не очень благоприятными: планета в северном полушарии будет видна вечером после захода Солнца только в течение двух, максимум — трех часов и сравнительно невысоко над горизонтом. Так что организовать необходимое непрерывное слежение за планетой, а прежде всего — за яркостью спутников Юпитера, чтобы уловить самый драматический момент столкновения кометы с гигантом Солнечной системы, будет крайне сложно. Дело в том, что астрономические обсерватории, ведущие наблюдения планет, сосредоточены (хотя их не так уж много) в основном в Западной Европе (Испания, Франция, Греция) и в США (Мауна Кеа на Гавайях — самая западная американская обсерва-

тория). Долготный и, соответственно, временной разрыв между ними составляет около 12 ч. При участии обсерваторий Украины, Грузии, Азербайджана и Японии разрыв может быть сокращен до 6 ч. Единственная обсерватория, которая оказывается почти посередине этого остающегося разрыва — это обсерватория Астрофизического института им. В. Г. Фесенкова Национальной Академии наук Казахстана, что возлагает на нас особую ответственность за подготовку и организацию этих наблюдений. Если бы Юпитер в это время находился в положении, близком к оппозиции, и кульминировал около полуночи, то продолжительность его видимости была бы достаточной для эстафетной передачи данных о слежении к обсерватории, не выпуская ни на минуту планету из поля зрения своих телескопов. При непродолжительной же вечерней видимости не исключено, что на какое-то время планета вообще будет вне наблюдений. Да и на идеальные погодные условия во всех пунктах тоже нельзя рассчитывать. Поэтому огромное значение приобретает участие в этих наблюдениях многочисленных любителей астрономии, пусть даже располагающих лишь небольшими телескопами типа «Мицара», но готовых приняться за патрулирование Юпитера и его спутников в этот «особый период».

По оценкам астрономов, событие такого рода и масштаба в Солнечной системе может происходить раз в десять миллионов лет. Сравнительно недавно в Мексике был обнаружен гигантский кратер диаметром около 201 км — крупнейший из известных на Земле кратеров ударного происхождения. Образовался он приблизительно 65 млн лет назад в результате столкновения

с Землей ядра кометы или астероида. Не исключено, что это столкновение послужило причиной вымирания на нашей планете многих видов растений и животных, в том числе и динозавров. Ведь выброс в атмосферу огромного количества пыли при взрыве резко сократил ее прозрачность. Температура на Земле понизилась катастрофически, и такого изменения климатических условий не смогли вынести животные и растения, привыкшие к теплоте и мягкому климату той геологической эпохи.

Увы, мы не гарантированы от подобной катастрофы и сейчас: ежегодно открыва-

ется до 20 астероидов, орбиты которых пересекаются с земной. Конечно, вероятность столкновения не столь высока, да и человечество уже в состоянии предпринять какие-либо действия для защиты от космического «агрессора», но бдительность и здесь нужна. Конечно, увидеть своими глазами, тем более без риска для себя, такое столкновение в космосе не только интересно, но и крайне важно как с научной, так и с практической стороны расширения наших знаний.

Всех, кто захочет принять участие в программе JUPCOIMPACT (назовем ее пока так до утверждения

официального наименования), просим обращаться за консультациями и с сообщениями в Рабочую Группу «Планеты-гиганты» секции Солнечной системы Астрономического совета по адресу: Казахстан 480068, Алмата, Астрофизический институт им. В. Г. Фесенкова, планетная лаборатория. Наш телефон (3272) 65-80-33. Код электронной почты tejf a afi, academ. alma-ata. su. Поскольку почта сейчас весьма нетороплива, начинайте переписку заблаговременно!

В. Г. ТЕЙФЕЛЬ,
доктор физико-математических наук

Из новостей зарубежной космонавтики

Эфемериды кометы Шумейкерв-Леви 9

В «Кометном справочнике» за 1994 г. (издается Смитсоновской астрофизической обсерваторией, США), вышедшем в свет осенью 1993 г., приведена эфемериды

кометы Шумейкерв-Леви 9, рассчитанная С. Накано (Япония). Для расчета он пользовался следующими элементами орбиты: момент прохождения перигелия — 1994, апрель 17. 7888, перигелийное расстояние $q = 5.382466$ а. е., эксцентриситет орбиты $e = 0.173703$, период обращения $P = 16,6$ лет, долготы восходящего узла $\omega = 356,3489^\circ$, средняя аномалия

$\Omega = 220,5024^\circ$, наклонение орбиты $5,0608^\circ$.

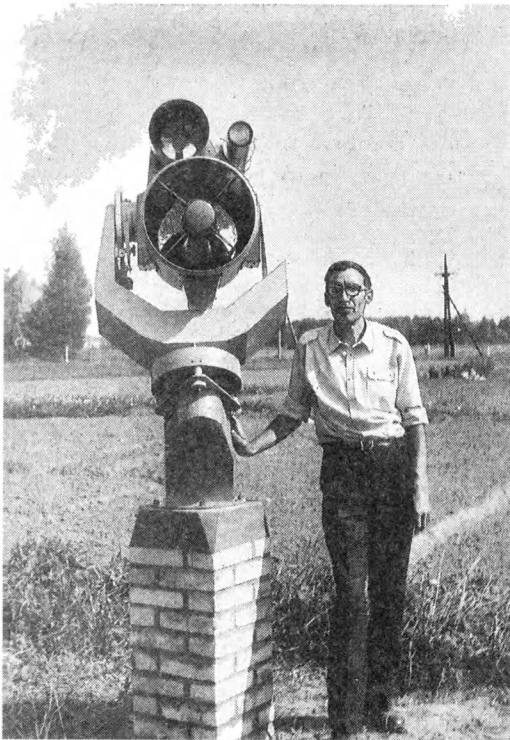
Комета будет находиться в созвездии Девы, недалеко от Юпитера. Ее блеск может оказаться достаточным для наблюдения в 250—300-миллиметровые телескопы.

Ниже мы приводим фрагмент эфемериды и надеемся, что она окажется полезной для многих любителей астрономии.

Дата (0 ^h TT)		Прямое восхождение α , (2000,0)	Склонение δ (2000,0)	Блеск m	Дата (0 ^h TT)		Прямое восхождение α , (2000,0)	Склонение δ , (2000,0)	Блеск m
1994 Март	4	14 ^h 41,11 ^m	—16°22,4'	13,7 ^m	Май	3	14 ^h 22,37 ^m	—14°25,8'	13,5 ^m
	9	14 40,79	—16 19,6	13,7		8	14 20,18	—14 11,5	13,5
	14	14 40,17	—16 15,3	13,7		13	14 18,08	—13 57,4	13,5
	19	14 39,27	—16 09,5	13,6		18	14 16,11	—13 43,7	13,5
	24	14 38,10	—16 02,2	13,6		23	14 14,31	—13 30,7	13,6
	29	14 36,68	—15 53,6	13,6		28	14 12,71	—13 18,5	13,6
Апрель	3	14 35,03	—15 43,7	13,6	Июнь	2	14 11,33	—13 07,3	13,6
	8	14 33,19	—15 32,7	13,5		7	14 10,20	—12 57,2	13,6
	13	14 31,18	—15 20,6	13,5		12	14 09,35	—12 48,4	13,6
	18	14 29,06	—15 07,7	13,5		17	14 08,78	—12 40,8	13,7
	23	14 26,85	—14 54,1	13,5	22	14 08,52	—12 34,6	13,7	
	28	14 24,61	—14 40,1	13,5	Июль	27	14 08,56	—12 29,8	13,7
						2	14 08,92	—12 26,2	13,8
						7	14 09,61	—12 23,7	13,8
				12		14 10,65	—12 22,2	13,8	

Любительское телескопостроение

Светосильный рефлектор Кассегрена



У каждого своя мечта. Иногда проходят годы, прежде чем она воплощается в реальность. Так было и со мной. Однажды увлекшись астрономией, я посвятил этому занятию многие годы. За это время изготовил несколько телескопов (Земля и Вселенная, 1980, № 4; 1982, № 5; 1989, № 1), но всегда мне хотелось создать еще более совершенный, самый современный телескоп, воплощающий в себе всё лучшее от уже созданных. Таким телескопом и стал 320-миллиметровый рефлектор.

Увлечен астрономией я, можно сказать, случайно в 1957 г., когда школьником пытался увидеть, как и многие тогда, в ночном небе первый искусственный спутник Земли. Узнав по радио о времени его пролета над Ленинградом, вооружился самодельной картонной трубой с объективом из очкового стекла и, движимый любопытством, около пяти часов утра вышел в плохо освещенный двор. Спутника тогда я так и не увидел, но зато как поразила меня открывшаяся взору картина неба! Черного, усыпанного звездами, с тусклокрасным Марсом и узким серпом Луны. Такую впечатляющую картину я увидел, пожалуй, впервые. Привлекло внимание слабое туманное пятнышко с несколькими просвечивающими звездочками. Тогда я еще не был знаком даже с Плеядами... Но меня поразило множество объектов, пригодных для наблюдений! Казалось, стоит только увеличить диаметр объектива,

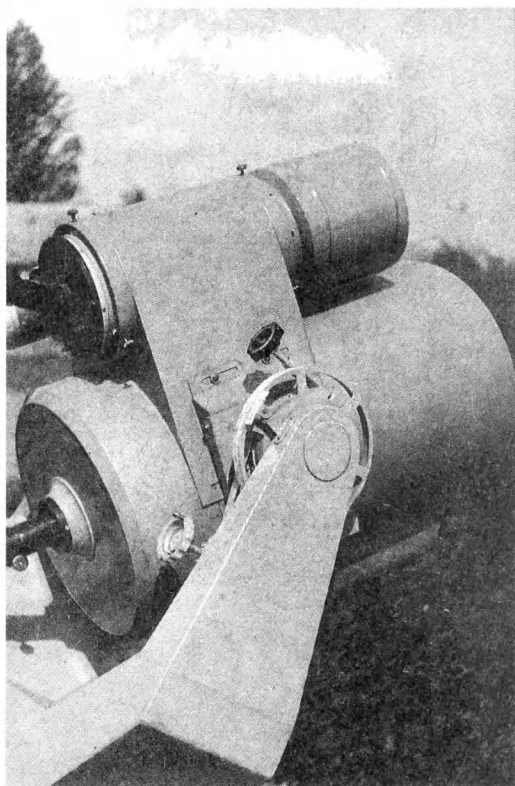
Автор статьи у телескопа

усовершенствовать свой телескоп и бесконечное число интереснейших объектов можно будет увидеть в ночном небе.

Однако, как показал опыт любительского телескопостроения, имеется определенный разумный предел, дальше которого увеличивать диаметр объектива в любительских условиях становится нецелесообразным. Лучше пойти по пути усовершенствования телескопа, стараясь выбрать некую универсальную оптическую схему, позволяющую использовать его как для визуальных наблюдений, так и для астрофотографии. Можно сделать более удобную конструкцию, а также более современную механическую часть телескопа, обладающую достаточной жесткостью при сравнительно небольшом весе и обеспечивающую высокую точность гидирования. Но такие соображения появились у меня позже... Вновь я возвратился к астрономии лишь в 1975 г., получив образование и окончательно «встав на ноги».

При изготовлении описываемого в статье телескопа я попытался принять во внимание весь свой опыт. Что касается количества возможных объектов для наблюдений в данный телескоп, то при диаметре главного зеркала в 320 мм их число уже достаточно велико, чтобы не только удовлетворить любознательность начинающего любителя, но и заинтересовать астрономов-профессионалов. Кроме того, используя телескоп в качестве астрографа, при достаточно продолжительных экспозициях выявляется множество таких подробностей строения слабых протяженных объектов, какие невозможно увидеть и в значительно более крупный телескоп.

В комплект телескопа входит главная труба, работающая по оптической схеме Кассегрена, менисковый гид системы Максутова—Кассегрена и искатель — школьный 80-миллиметровый рефрактор.



Механизм поворота по оси склонений

Таблица 1

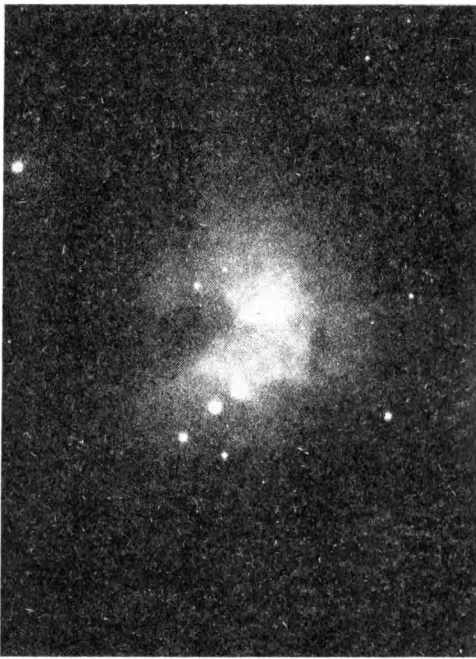
Основные характеристики телескопа

Световой диаметр главного параболического зеркала	$D_1=320$ мм
Фокусное расстояние главного зеркала	$F_1=640$ мм
Диаметр вторичного гиперболического зеркала	$D_2=100$ мм
Фокусное расстояние вторичного зеркала	$F_2=250$ мм
Эквивалентное фокусное расстояние системы	$F_{э\text{кв}}=2334$ мм
Эквивалентное относительное отверстие системы	$A_{э\text{кв}}=1:7,29$
Угол поля зрения, свободный от виньетирования	$\omega=1^\circ$

Таблица 2

Основные характеристики гида

Световой диаметр мениска	150 мм
Эквивалентное фокусное расстояние	1800 мм
Относительное отверстие	1:12
Увеличение гида (при использовании различных окуляров и линзы Барлоу)	от 20° до 200°
Увеличение искателя	$28,5^\circ$, 40° , 80°
Максимальное поле зрения трубы (при увеличении $28,5^\circ$)	$1^\circ 35'$



Туманность Ориона. Снимок получен на 400-миллиметровом рефлекторе — одном из самодельных телескопов автора статьи. Фотопластинка ZU 21, экспозиция 20 мин

зеркала она составляет всего 760 мм). Больше внимание уделено здесь механике телескопа, в частности, конструкции узлов поворота по обеим осям, элементам крепления и перемещения вторичного зеркала, а также дизайну.

Для увеличения жесткости узла поворота по оси склонений все его детали располагаются не на внешней стороне вилки, как ранее в конструкции 400-миллиметрового рефлектора, а в промежутке между трубой телескопа и одной из стоек вилки. В этой стойке укреплены одновременно два подшипника, на которых кре-

пится одним концом ось вращения узла поворота. Второй конец оси вращения опирается на подшипник в противоположной стойке вилки. Предусмотрена возможность грубого поворота по оси склонений на произвольный угол, а также тонкая настройка с помощью поводка и микрометрической передачи.

Конструкция оправы вторичного зеркала позволяет перемещать его в трех направлениях: горизонтальном, вертикальном и вдоль оптической оси телескопа. Для перемещения по горизонтали и вертикали применена конструкция оправы, в которой держатель зеркала установлен на трапециевидальной пластине, удерживаемой с противоположных сторон микрометрическими винтами, причем каждая пара винтов перемещает зеркало в своем направлении.

Для улучшения внешнего вида телескопа используется несколько кожухов, закрывающих оправу главного зеркала (с выступающими винтами для юстировки), груз для балансировки трубы, элементы крепления гида. Кожух, внутри которого закреплен гид, одновременно используется для присоединения основной трубы к вилке.

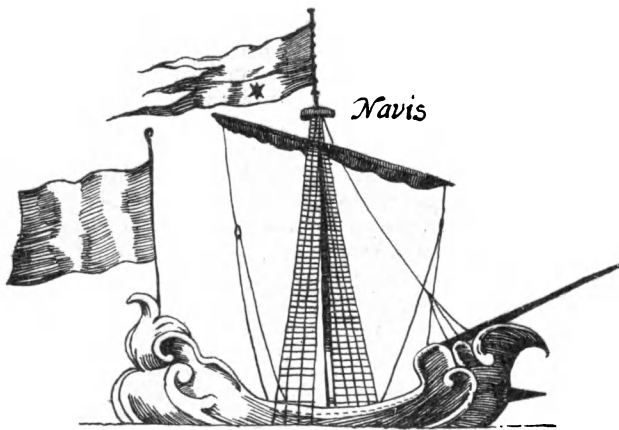
Как показал опыт, наиболее проста и эффективна стационарная установка телескопа на кирпичной колонне. Для увеличения прочности кирпичного основания внутри колонны забетонирована металлическая труба с заглушкой на верхнем конце (к ней привинчивается металлическое основание).

К сожалению, из-за отсутствия помещения с раздвигающейся крышей для стационарной установки телескопа, необходимо каждый раз заново проводить операции по подготовке телескопа к наблюдениям и фотографированию. Это не позволяет достаточно эффективно использовать телескоп и все достоинства его оптических характеристик. Пользуясь случаем, обращаюсь к читателям с предложением: может быть у кого-либо найдется место для стационарной установки телескопа. Жду Ваших предложений.

РИЗВАН БЕКЯШЕВ
198330, Санкт-Петербург, пр. Маршала
Захарова, дом 60, кв. 784

Легенды о звездном небе

Корма



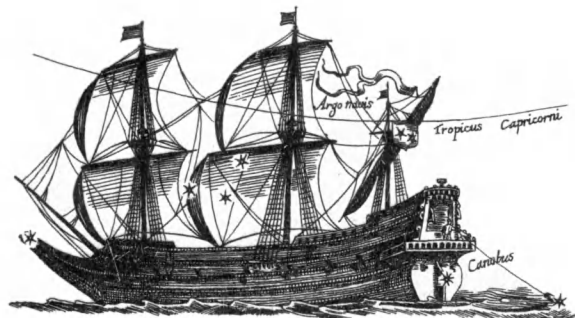
Корма — часть некогда единого обширного созвездия Корабль Арго, на которой звезды отмечали и оснастку судна, и ватерлинию *Lochium Funis* (Лаговая веревка). Со временем их перестали обозначать. За целым созвездием утвердилось название Корма (*Puppis*).

На старинных звездных картах изображалась только передняя половина легендарного корабля Арго. Задняя его часть — корма — скрыта скалой. Это связано с одним из эпизодов путешествия аргонавтов, которые под предводительством Ясона отправились в Колхиду за золотым руном (Земля и Вселенная, 1993, № 2, с. 86.—

этих скал клокотало, бурлило, неистовствовало море... Герои вспомнили, что благодарный царь Фракии, прорицатель Финей, советовал им, подходя к скалам, прежде запустить между ними голубя. Утесы двинутся на птицу, а как только начнут расходиться, аргонавты должны налечь на весла и быстро пройти это страшное место.

Так и решили поступить. Сын Посейдона аргонавт Евфем пустил голубя над водоворотом пролива. Утесы с грохотом столкнулись. Герои тотчас направили свой легкокрылый Арго в образовавшийся пролив. Однако скалы

Корабль Арго (с кормой) из книги Станислава Любенецкого «Общая история всех комет» (1681 г.)



снова начали сходиться, корабль задел кормой за каменный выступ и потерял стремительный ход. Гибель казалась неминуемой. Но тут на помощь смельчакам пришла их покровительница Гера. Богиня раздвинула скалы, и остались они на веки вечные неподвижными, образовав пролив Боспор Фракийский...

Вот как Гомер рассказывает об этом:

Все корабли, к тем скалам подходившие, гибли

с пловцами;
Доски одни оставались от них и бездушные трупы,
Шумной волною и

пламенным вихрем носимые в море.

Только один все моря обожавший корабль невредимо

Их миновал — посетитель Зета, прославленный Арго; Но и его на утесы бы кинуло море, когда б он

Там не прошел, провожаемый Герой, любившей Ясона.

Вырвавшись на просторы Понта Евксинского, отважные мореплаватели продолжили поход за золотым руном, сверяя свой путь по планисфере, дарованной мудрым кентавром Хироном. Позд-

нее корабль Арго всплывет на звездные небеса...

Существовало несколько разновидностей названия созвездия: Argolica Puppis (Ют аргонавтов), Pagasaca Puppis (Корма Корабля порта Пагаса, где был построен Арго), Celax Jasonis (Яхта Ясона) и другие.

Звезда ζ Кормы имеет собственное греческое название Наос. В переводе это означает обитель, священное место в храме, где обычно устанавливалась статуя божества.

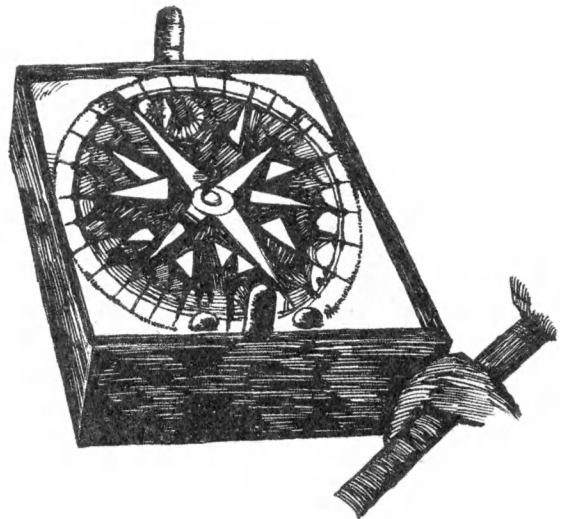
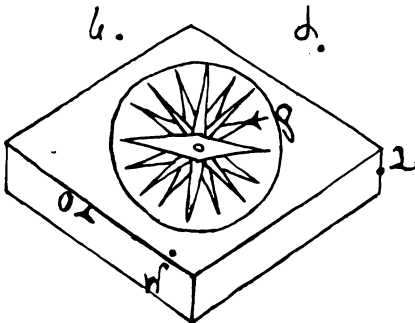
Звезду χ Кормы арабы называли Маркеб. Это и седло, и корабль, и любой экипаж.

Компас

В древности путеводным компасом для странствующих по суше и морям были звезды, главным образом созвездия Медведицы, определявшей северную сторону света. Об этом красноречиво повествует великий Гомер, описывая путешествия древних греков.

Радостно парус натяг Одиссей и, попутному ветру Вверившись, поплыл. Сидя на корме и могучей рукою Руль обращая, он бодрствовал; сон на его не спускался Очи, и их не сводил он с Плеяд,

с нисходящего поздно В море Воота, с Медведицы, в людях еще Колесницы Имя носящей и близ Ориона свершающей вечно Круг свой, себя никогда не купая в водах океана. С нею богиня богинь повелела ему неусыпно Путь соглашать свой, ее оставляя по левую руку.



Этим же «компасом» по планисфере Хирона пользовались и на корабле Арго, шедшем за золотым руном в Колхиду. Позднее Ньютон, исследуя историю неба, отмечал: «На сфере Музея мы видим золотого Овена, который был на флаге корабля Колхиды... Тут же корабль Арго»...

В средние века созвездие Корабль Арго было разделено на три, а затем и на четыре части. Три части давно обрели устойчивые названия — Корма, Киль (Днище) и Паруса. Четвертое, ныне известное как Компас, выделялось под разными названиями, иногда исчезая, иногда вновь возрождаясь.

Известный английский астроном Эдмунд Галлей из части созвездия Арго образовал четвертое созвездие Дуб Карла II (*Robur Carolinum*) в память о легендарном дубе, под которым якобы спасся от войск

Кромвеля король Карл Стюарт, современник Галлея, после поражения в 1651 г. при Вустре. В 1778 г. немецкий астроном Иоганн Боде в своем «Атласе неба» даже изобразил на носу корабля Дуб Карла II.

Но еще раньше, в 1752 г. французский астроном Никола Лакайль вместо Дуба Карла четвертой части Корабля Арго дал название Компас. Но и оно было забыто. Появилось созвездие Мачта (*Malus*). Только в 1879 г. американский астроном Бенджамин Гулд восстановил лакайлевское название, которое и утвердилось как Компас (*Puxis*) или Морской компас (*Puxis Nautica*). Французы называют созвездие Буссолью (*Boussole*).

И. И. НЕЯЧЕНКО

Информация

«Марс Обсервер» разделил судьбу «Фобосов»

В августе 1993 г. космический зонд «Марс Обсервер», запущенный NASA 25 сентября 1992 г. (Земля и Вселенная, 1993, № 4, с. 18), был потерян на подлете к Красной Планете. В программу полета входили: выход на начальную орбиту вокруг Марса и переход на низкую, а также многочисленные наблюдения и эксперименты по изучению планеты в течение по меньшей мере одного марсианского года.

Переход на начальную околомарсианскую орбиту планировался 24 августа 1993 г., подготовка к маневру началась задолго до этого момента. Аппарат был стабилизирован в так называемом режиме нормального вращения, объем информации, передаваемой на Землю и обратно, составлял 125 бит/с, время прохождения сигнала «в один конец» — около 18,5 мин. С 6 августа на борт стали поступать сигналы, инициирующие различные технические операции, предусмотренные графиком подготовки к маневру перехода (ввод параметров маневра, подготовка топливных баков и двигателей к включению и т. п.).

На 12 августа Марс и космический аппарат (КА) разделяло 2 611 543 км, причем последний

двигался со скоростью, 2,46 км/с относительно планеты. Один за одним на борту аппарата включались научные приборы, производилась их проверка и калибровка. 13 августа на Землю передано первое изображение Марса. Снимки получены с очень высоким разрешением. На них отчетливо видны Большой Сырт, обширное вулканическое плато, покрытое песчаными дюнами, равнины Утопия (где совершил посадку «Викинг-2»), Нилосырт, Эллада. Последняя (ударное образование диаметром около 2000 км) известна как место, где начинаются песчаные бури, была более яркой на снимках, сделанных часом позже. Атмосфера планеты оказалась чрезвычайно чистой, гораздо прозрачнее, чем она была, когда вблизи нее работали «Викинги».

По расчетам, «Марс Обсервер» должен был выйти на орбиту вокруг планеты 24 августа. Маневр перехода — самый серьезный и трудный момент экспедиции. Двигателям предстояло проработать по меньшей мере 29 мин, в результате аппарат занял бы место на орбите высотой 1488 км над марсианской поверхностью. После этого в течение трех месяцев орбиту превратили бы в низкую круговую высотой 378 км (с периодом обращения КА 118 мин).

20 августа аппарат и Марс разделяло 891 120 км, а вечером 21 августа связь с аппаратом была утеряна. Инженеры Лаборатории Реактивного Движения (JPL), управлявшие «Обсервером», послали серию команд,

чтобы развернуть передатчик и нацелить его антенну на Землю, но никакого обратного сигнала не получили. Последующий анализ показал, что обрыв связи произошел после того, как на борт поступила команда о начале повышения давления в топливной системе.

Поначалу это не было воспринято как трагедия: такое не случалось и ранее в других экспедициях (например, во время управления КА «Галилео», находящегося сейчас на пути к Юпитеру, связь терялась дважды, как и в работе с КА «Магеллан» — *Ред.*). В направлении аппарата каждые 20 мин передавались команды, «приказывающие» ему стабилизироваться и направить антенны на Землю. Кроме того, еще 20 августа бортовому компьютеру аппарата передали программу, которая должна была автоматически управлять выполнением перехода на новую орбиту. У персонала проекта не было никаких оснований считать, что компьютер не исполнит то, что запланировано.

Помимо этого, такая ситуация предусматривалась разработчиками, и в компьютер аппарата была введена специальная программа: если «Марс Обсервер» «почувствовал», что связь с Землей потеряна, то через пять суток он начинает самостоятельные попытки связаться с ней. Однако все усилия оказались безуспешными...

По информационным материалам JPL

Николай Гумилев



Николай Степанович Гумилев (1886—1921)
Фото М. С. Наппельбаума, 1921 г.

Имя Николая Степановича Гумилева — символ мужества в русской поэзии начала XX в. Поэт-воин (два солдатских георгиевских креста за первую мировую войну), мореплаватель и путешественник, событиями личной жизни утвердил свое право на мужественные, романтические, а порой и экзотические стихи, составляющие его

сборники. Ему было не так уж трудно предсказать и конец своей жизни —

...И умру я не на постели,
При нотариусе и враче...

В августе 1921 г. Гумилев — первым из российских поэтов — принял расстрельную пулю от Советской власти. И нет сомнений, что он сумел в последний час сделать то, чему учил своих читателей:

...сразу припомнить
Всю жестокую, милую жизнь,
Всю родную, странную землю,
И, представ перед ликом Бога
С простыми и мудрыми словами,
Ждать спокойно его суда.

Космические стихи Гумилева — прямое продолжение его земных поэтических дорог. Высокое и суровое, жестокое и прекрасное небо моряка и землепроходца, тоска о ярких, нездешних мирах открывается нам в напряженных строках. И наряду с оранжевой огненной планетой Венерой всегда будет существовать «далекая звезда Венера», на которой «у деревьев синие листья»...

В. И. ЦВЕТКОВ

В НЕБЕСАХ

Ярче золота вспыхнули дни,
И бежала Медведица-ночь.
Догони ее, князь, догони,
Зааркань и к седлу приторочь!
Зааркань и к седлу приторочь,
А потом в голубом терему
Укажи на Медведицу-ночь
Богатырскому Псу своему.
Мертвой хваткой вцепляется Пес,
Он отважен, силен и хитер,
Он звериную злобу донес
К медведям с незапамятных пор.

Лихорадочный бред

ДЖОЗЕФ М. ШИ

Полоснувший по ушам телефонный звонок в 2.00 ночи призвал меня к смертному одру Билла. Вы знали его как профессора Уильяма Б. Джонотона. Он был блестящей половиной команды, которая проводила столь знаменательные исследования так называемого «фонового шума Вселенной» или «ФШВ». Этот статический ФШВ в радиодиапазоне восполнял ранее необъяснимый недостаток уровня энергии, необходимого для того, чтобы сделать теорию создания вселенной в результате «большого взрыва» правдоподобной. Я — Джон Фостер, другая половина команды.

Билл, несомненно, бредил. По крайней мере, его слова словно бы доносились из лихорадочного бреда, когда он стиснул мою руку, притягивая меня поближе, чтобы я услышал его последние слова.

«Я слышал Бога», — сказал он. Видя, что на моем лице, должно быть, появилось снисходительное выражение, Билл закричал: «Не потому, что я умираю, идиот! Я слышал его до моего приступа. Это была какая-то замысловатая структура излучений в пределах ФШВ. Я наконец понял это, и это есть по-

следняя сознательная мысль Бога, Джон. Подумай, что это значит!»

Билл рухнул обратно на постель и сунул мне в руку клочок бумаги, на котором его рукой было неразборчиво написано следующее:

Я не буду тем, кем я есть и был всегда, я подавлю свое самосознание посредством уничтожения моего вселенского существа, я стану всем, будучи всем, что может быть.

Видя мой вопросительный взгляд, оторвавшийся от бумажки, Билл приподнялся и пустился в страстное объяснение. «Это было то самое, Джон! Неужели не понимаешь? Большой взрыв! Все, что существует, включая нас самих — осколки Бога. Это так прекрасно. Это объясняет все. Страдание есть незнание вселенной, это определяет неправильное восприятие. В той степени, в какой мы понимаем взаимоотношения этих осколков, мы доходим до знания Бога. Если все эти осколки осознают друг друга и останутся верными в полной гармонии, Бог родится заново. Он достигнет Своей цели быть всем, что было, что есть и что может быть. Он будет вечным совершенством!» Сказав мне это, Билл умер.

Сначала, конечно, я мало задумывался о последних словах Билла, отгоняя их от себя как плод его бреда. Если бы я не натолкнулся в лаборатории на его заметки по поводу эксперимента через несколько недель после похорон, я, может быть, просто забыл бы исступленные утверждения Билла. Я чувствовал себя дураком, но мое уважение к Биллу как ученому и моя любовь к нему как другу все-таки одолели это ощущение. Я принял решение попытаться воспроизвести результаты его экспериментов.

После нескольких недель изучения заметок Билла я, наконец, почувствовал, что знаю, что искать в ФШВ. Когда ко мне пришло убеждение, что я понял его запутанные идеи, пришло и решение употребить часть имевшегося у меня времени на работу с университетским радиотелескопом и попытаться подтвердить существование билловой «замысловатой структуры излучения». Это захватило меня всего. Я совсем не думал о том, какое значение может иметь эта структура, если она действительно существует. И определенно я не питал надежд, что любая такая структура может представлять собой чью бы то ни было

последнюю мысль, не говоря уже о Господней.

Я настроил аппаратуру и ждал, но ничего не было. Вообще ничего такого, что можно было бы истолковать как структуру. Всякий раз, когда я пытался, результат был одинаков. Ничего не было.

Я уже потратил так много ценного времени телескопа на этот бесполезный поиск, что мне стало хлопотно оправдывать любые дальнейшие усилия. Потом это случилось. Распечатка показала изменения. Первые... Это случилось лишь однажды и никогда больше не повторялось. Некая последовательность пиков и с виду случайных «плато».

Уверившись, что эта причудливая распечатка — не результат сбоя аппаратуры, я почувствовал минутный подъем. Билл в самом деле наткнулся на что-то. Но что? Как это объяснить? Что это значит? У меня не было ответа, и ни у кого не было. Это было странно, возможно, многозначительно, но совершенно необъяснимо.

Я принял на работу научного сотрудника, Нэнси Чан, поскольку не делил больше лабораторию с Биллом. Именно Нэнси нашла ответ,

который удовлетворяет меня, хотя большинство других отбрасывают его в недоумении. Настроенные благожелательно говорят, что это лишь комбинация совпадений, немного насилия над данными и принятия желаемого за действительное с нашей стороны. Другие не столь вежливы и, возможно, они правы. Может быть, я немного безумен, и мое безумие уже затронуло Нэнси.

Как бы там ни было, хобби Нэнси — связь и история связи, тот интерес, который Билл, очевидно, разделял. Увидев распечатку, ничего не значившую для меня, она была прямо поражена. Пропуски между пиками были разной длительности. Появилась некая последовательность длинных и коротких пропусков. В этих пропусках она распознала точки и тире азбуки Морзе! И во что же складывались эти точки и тире? В слова, ну просто самые изумительные из всех когда-либо прочитанных: Это правда Джон.

Вопросы остаются. Что стало с Биллом? Как он смог внедрить свое послание ко мне в ФШВ? Как смог Билл воспроизвести первоначальную «замысловатую структу-

ру излучений», в которой обнаружил так много смысла? На этот счет в его записках ничего нет. Несомненно, Бог не думал в кодах Морзе. Конечно, есть еще много вопросов, но ответы будут найдены. Не взирая на критиков, я знаю, что те три слова, которые Нэнси обнаружила в распечатке, подлинны и что они исходили от Билла. Это слова подтверждения великого ученого и дорогого друга, и, если так, я принимаю их.

Билл услышал исходившее от Бога. Он слышал саму правду Бога, и это чудесная правда. Какое великолепное подтверждение призвания ученого! Какое грандиозное логическое обоснование для всех, кто хочет понять вселенную, в которой мы все будем необходимой частью. Каждая птаха, каждая скала, каждый ребенок есть частица дремлющего Бога. Когда мы узнаем, как тайны в песчинке и жизненном цикле пчелы соотносятся с могучими излучениями пульсара и грохотом прибора, тогда все факты будут познаны, все будет обрывается и все будет Бог.

(Перевод И. Смирнова)

Информация

Солнечная радиация включена в прогноз погоды

Национальная комиссия радиологической защиты и Метеорологическая служба Великобритании составили совместный план действий, который позволит, начиная с лета 1994 г., включать данные о солнечной радиации на территории страны в ежесуточную сводку погоды и

ее прогноз. Тем самым следуют примеру Австралии, где это уже практикуется.

В настоящее время Комиссия радиологической защиты в трех пунктах собирает данные об интенсивности проникающего ультрафиолетового излучения Солнца. В конце 1993 г. должны вступить в строй еще три подобные станции. Для сводки и прогноза потребуется сопоставлять эту информацию с данными, описывающими облачный покров, состояние озоносферы и загрязнение воздуха в приземном его слое. Всеми этими данными метеослужба располагает.

Прогноз поможет населению Великобритании заранее принимать меры к сокращению времени своего пребывания под открытым небом (особенно, детей, альбиносов и других лиц, отличающихся тонкой белой кожей), к затенению мест, где такое пребывание неизбежно и необходимо.

Известно, что «излишняя» ультрафиолетовая радиация, получающая возможность проникать к поверхности Земли при истощении стратосферного слоя озона, повышает риск заболевания раком кожи.

New Scientist, 1993, 1885, //

III съезд Астрономического общества



В президиуме III съезда Астрономического общества

С 18 по 22 мая 1993 г. в Москве состоялся III съезд Астрономического общества, собравший более ста представителей различных астрономических учреждений России и ближнего зарубежья. Заседания проходили в 1 Гуманитарном корпусе Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова и в Государственном астрономическом институте им. П. К. Штернберга.

Съезд открыл кратким приветствием и пожеланиями успешной работы председатель оргкомитета директор ГАИШ профессор А. М. Черепашук. Участников съезда приветствовали также ректор МГУ профессор В. А. Садовничий, первый заместитель министра науки и новых технологий России А. Г. Фонов, директор АКЦ ФИАН член-корреспондент РАН Н. С. Кардашов и др.

С отчетным докладом о деятельности Общества за прошедшее время выступил сопредседатель правления АО доктор физико-математических наук Н. Г. Бочкарев. Он подчеркнул важную роль АО на международном уровне, в частности, рассказал об участии астрономов России в международных мегапроектах (Земля и Вселенная, 1993, № 3, с. 43.—*Ред.*). Большую работу ведет АО и для решения внутренних проблем: была создана программа выживания астрономии в России, проведены мероприятия, направленные на создание нормальных условий для работы астрономических учреждений в этот трудный переходный период.

Пленарное заседание 18 мая было посвящено 350-летию со дня рождения И. Ньютона. С докладом «Веги развития астрономии. Юбилейные даты 1993 г.» выступил В. Г. Горбачкий. О том, как развивались представления о времени от Ньютона до наших дней, рассказал А. Д. Чернин. Он отметил, что первую попытку исследования внутренней природы

времени предпринял еще Л. Больцман, связав ее с понятием энтропии. Затем этой проблемой занимались А. Эддингтон, Л. Д. Ландау, А. Д. Сахаров, С. У. Хоккинг и др. Тем не менее, проблема внутренней природы времени не решена до сих пор.

О космической обсерватории «Спектр-рентген-гамма» рассказал Е. М. Чуразов. Основными особенностями предстоящего эксперимента будут высокая чувствительность аппаратуры для наблюдений, широкий диапазон энергии (от оптики до рентгена), высокое угловое и энергетическое разрешение. Обсерватория должна работать минимум три года, за которые планируется провести около 5 тысяч наблюдений.

19 мая работа съезда началась докладом Н. П. Грушинского «Развитие гравиметрии за 100 лет». Крупным достижением за этот период стало проведение сплошной геодезической съемки всей территории страны в 1932 г. Одной из важных задач в настоящее время является изучение гравитационных и магнитных аномалий Земли. В этот же день выступили В. В. Витязев с докладом «Методология астрометрии» и Ю. Н. Гнедин с докладом «Астрофизика высоких энергий».

На последующих заседаниях прозвучали доклады: Ю. Н. Ефремова «Две шкалы звездообразования в галактиках», Э. В. Кононовича «Гелиосейсмология» и В. Н. Обридко «Солнечная активность на рубеже тысячелетий».

В заключительный день работы съезда был проведен семинар, посвященный памяти Абрама Леонидовича Зельманова (1913—1987) — известного астронома и замечательного человека. В 1937 г. А. Л. Зельманов закончил механико-математический факультет МГУ, в 1941 г. — аспирантуру ГАИШ. Вся его дальнейшая жизнь прошла в стенах этого астрономического уч-

реждения. В 1943 г., томясь от жары в аэропорту Ашхабада, куда был эвакуирован Московский университет, Зельманов за 15 минут придумал свой математический аппарат хронометрических инвариантов, который впоследствии вошел в учебники. Суть метода — придание физического смысла четырехмерным геометрическим величинам и операторам через их проектирование на время и пространство физического наблюдателя. Этот метод позволил А. Л. Зельманову развить теорию анизотропной неоднородной Вселенной.

С воспоминаниями о А. Л. Зельманове выступили А. М. Черепашук, М. С. Яров-Яровой, В. В. Казютинский и др. О работах А. Л. Зельманова и дальнейшем развитии его идей

рассказали Р. Ф. Полищук, В. Д. Захаров и Ю. А. Кухаренко.

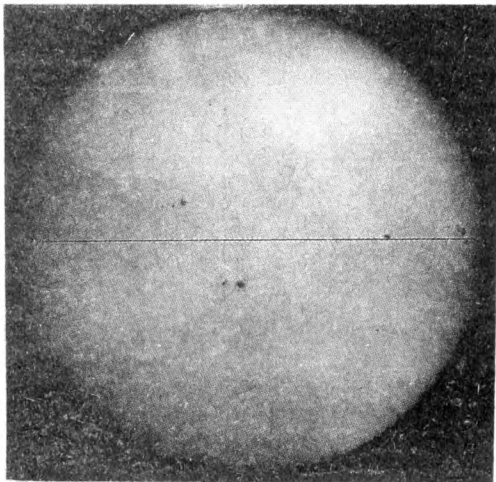
Съезд завершил работу реше-

нием организационных вопросов (совершенствованием Устава АО, выборами сопредседателей и правления АО).

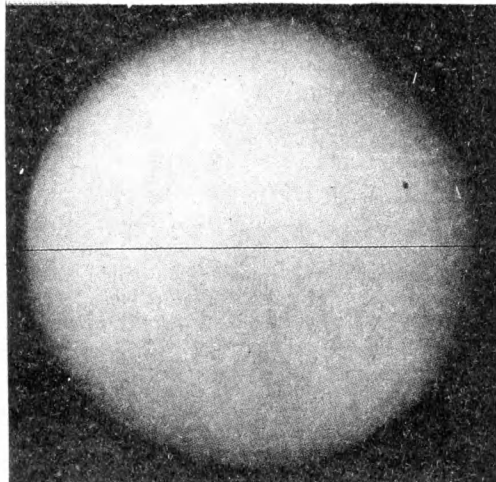


Информация

Солнце в июне — июле 1993 года



Солнечный диск 5 июня 1993 г. Снимок А. В. Боровика



Другая полусфера оказалась почти «пустой». Снимок Т. В. Говориной

Наиболее активным в этот период было начало июня. На диске находилось 4—5 групп пятен, часть из которых состояла из довольно большого числа ядер и пор. Суммарный индекс W достигал ~ 110 . Однако уже через несколько дней активности стала стремительно падать, и к середине месяца значение лишь одно небольшое пятно ($W=11$). Затем число групп опять увеличилось до трех, причем две из них были достаточно сложными. В результате, к концу месяца значение индекса W поднялось примерно до 90. В июле число групп несколько увеличилось. Все они были небольшими и имели простую структуру ($\bar{W} \approx 40$).

Колебания уровня активности лишь отчасти обусловлены развитием существующих групп. Основная причина — неравномерность распределения активных очагов по солнечной поверхности. В данном случае уже с начала года существовали две пары долготных зон с повышенным пятнообразованием. Прохождение пятен по

диску сопровождалось появлением пиков на кривой W . Четкая седлообразная форма кривой в июне обусловлена именно этим обстоятельством. Вместе с тем, это была, по-видимому, уже своего рода агония активных зон. Признаки угасания активности проявились еще в марте. В итоге в июле наступил некий переходный период, поскольку новые устойчивые очаги активности еще не сформировались. В такой ситуации предсказывать дальнейшее поведение активности сложно. Достаточно уверенно можно лишь ожидать, что ход цикла вряд ли претерпит какие-то радикальные перемены.

В. Г. БАНИН,

доктор физико-математических наук

С. А. ЯЗЕВ,

кандидат физико-математических наук

Фотографии получены в Байкальской астрофизической обсерватории

Информация

Поосторожнее с вулканом!

Столица Эквадора Кито расположена на восточных склонах огнедышащей горы Гуагуа Пичинча ($0,17^\circ$ ю. ш., $78,60^\circ$ з. д.). Доброжелательством гора не отличается: еще в 1660 г. вышвырнула на город массу пепла, осевшего 40-сантиметровым слоем, погубившим всю растительность, и выпустила из недр потоки раскаленной лавы, к счастью, миновавшие заселенные районы. Вспышки «дурного настроения» наблюдались и в 1981, 1982, 1985 и 1990 гг., когда из расщелин на северо-восточном склоне вылетали крупные обломки полурасплавленной породы.

Но с апреля — мая 1990 г. ярость стихии несколько уменьшилась. Лишь из трещин в земной коре с южной стороны купола, выросшего еще 330 лет тому назад, временами курился пар.

Так продолжалось до 9 марта

1993 г., когда сторожевой пост, установленный у кромки кальдеры, отметил, что из недр начали вылетать все более крупные каменные обломки, сопровождаемые облачками пара.

Администрация Геофизического института при Национальной высшей политехнической школе Эквадора в Кито ранним утром 12 марта официально уведомила Управление гражданской обороны о возникшей опасности, рекомендовав туристам и альпинистам воздержаться от приближения к кальдере.

Однако двое молодых сотрудников этого Института — инженер Виктор Гюго Перес, 31 года, и 25-летний аспирант Альваро Санчес, — уже находившиеся на верхнем склоне, все же решили продолжать восхождение, хотя им по радио сообщили об активизации сейсмических явлений. Их целью было посетить купол, расположенный в центре кальдеры (глубина ее достигает 600 м), чтобы составить точное описание вулканиче-

ского процесса и произвести ряд измерений.

В 11 ч 46 мин раздался внезапный мощный взрыв, из кратера вылетели огромные вулканические «бомбы», окутанные тучей пепла. Неосторожные вулканологи были убиты на месте. На следующий день коллеги-спасатели нашли их тела у самой кромки кратера...

Специалисты заключили, что взрыв связан с вступлением лавы в недрах горы во взаимодействие с подземными водами. Образовавшийся мгновенно пар потребовал выхода на поверхность...

До сих пор подобное случилось у этого вулкана в дождливые сезоны, когда влага накапливается в почве. В этом году трагедия случилась несколько раньше, потому что еще в феврале здесь прошли необычно обильные дожди.

Smithsonian Institution

Bulletin of the Global Volcanism Network, 1993, 18, 2

**Указатель статей,
опубликованных
в журнале
«Земля и Вселенная»
в 1993 году**

Алавердов В. В., Коптев Ю. Н., Лукьященко В. И., Сенкевич В. П., Уткин В. Ф. Россия в космосе: ближайшее десятилетие	5	тить нефтяное загрязнение гидросферы?	2
Алби Арден Л. «Марс Обсервер»: возвращение к Красной планете	4	Иойрыш А. И., Яскин С. А. Позволяет ли закон удалять радиоактивные отходы в космос?	5
Берлянт А. М. Графические модели мира	5	Рыхлова Л. В. Проблемы космического мусора	6
Гребенев С. А., Маркевич М. Л., Павлинский М. Н., Сюняев Р. А. Рентгеновский телескоп АРТ-П на борту обсерватории «Гранат»	6	ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ	
Громов В. В. «Марсоход» и его испытание в пустыне Мохаве	6	Урсул А. Д. Новая модель развития общества и освоение космоса	5
Евтеев О. А., Январева Л. Ф. Экологогеографическая карта России	3	Чаругин В. М., Баксанский О. Е. Место человека во Вселенной	6
Касинский В. В., Язев С. А. Солнечные протонные вспышки и их земные проявления	4	ЛЮДИ НАУКИ	
Козенко А. В. Теория фигуры планет	6	Абалакин В. К. Михаил Федорович Субботин (к 100-летию со дня рождения)	5
Курт В. Г. Гамма-всплески	2	Бронштэн В. А. Эрнст Юлиус Эпик (к 100-летию со дня рождения)	3
Монин А. С. Океан и мировое сообщество: будущее океанологии	4	Гамбургцев А. Г., Галкин И. Н. Григорий Александрович Гамбургцев (к 90-летию со дня рождения)	4
Москаленко И. В. Солнце — источник нейтрино высоких энергий	2	Еремеева А. И. Некоторые подробности жизни Ньютона	2
Обридко В. Н., Ораевский В. Н. Международные исследования солнечной активности	5	Иванов К. В. Живое слово о В. К. Цераском	5
Петрова Г. Н. Геомагнитное поле отражает процессы в ядре Земли	6	Каневский З. М. Николай Николаевич Урванцев (к 100-летию со дня рождения)	3
Розгачева И. К. Фракталы в космосе	1	Качур П. И. Александр Дмитриевич Засядко	4
Савиных В. П., Стеценко А. Ф., Фимин Р. И. Наблюдения Земли из космоса	1	Качур П. И. Пионеры ракетной техники. Константин Иванович Константинов	6
Сажин М. В., Сидоров В. М. Гравитационные линзы	2	Лишевский В. П. Малоизвестное о Ньюtone	2
Сурдин В. Г., Шеффер Е. К. АХАФ — рентгеновский телескоп нового поколения	5	Минин И. Н. Павел Николаевич Тверской (к 100-летию со дня рождения)	1
Тамкович Г. М. Государственная комиссия и обсерватория «Гранат»	1	Памяти К. И. Грингауза	5
Шишов В. С. Орбитальные станции: идея и ее воплощение	3	Проник И. И. Григорий Абрамович Шайн (к 100-летию со дня рождения)	1
Щепинов С. А. Углекислый газ и климатические изменения	2	Пчелов Е. В. Франческо Гримальди (к 375-летию со дня рождения)	6
Ясаманов Н. А. Геологическое время и галактический год	3	Смолдерс П. Памяти Яна Оорта	2
ЭКОЛОГИЯ		СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Айбулатов Н. А. Радиоактивные мегильники в Карском море	4	Бочкарев Н. Г. Форум по меганауке	3
Гурвич Л. М. Можно ли предотвра-		Бурдюжа В. В. Чтения, посвященные Я. Б. Зельдовичу	2
		Гаврилов В. П. Геологи мира за круглым столом	1

Шолпо В. Н. Живая взаимосвязь гео- сфер	2	Константинов В. М. Атмосфера и вращение Земли	3
В АКАДЕМИИ КОСМОНАВТИКИ		Ксанфомалити Л. В. Путь к Сверх- разуму?	6
Гиндилис Л. М. Научно-культурный центр SETI	3	Лесков Л. В. Вселенная как лист Мёбиуса	2
В МОСКОВСКОМ ДОМЕ УЧЕНЫХ РАН		Портнов А. М. Патомский кратер — след Тунгусского явления?	1
Фесенко А. В. Новые имена на звезд- ном небе	4	Струнина М. Д. Где находятся «верь- хи Рифейски»?	6
ЭКСПЕДИЦИИ		Цин Ф. А. Черные дыры — сегод- ня и завтра	4
Богданов Ю. А. Экспедиции к «чер- ным курильщикам»	2	Шемякин М. М. Интересные законо- мерности на поверхности Луны и Меркурия	4
Геншафт Ю. С. Остров, рожденный в океане?	4	ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВТИКА	
Гордеев В. В. Экспедиция в дельту Лены и море Лаптевых	3	Валентини Ж., Брюдьё П. Проект «Гермес»	1
Маркин В. А. Открытие как награда (к 120-летию открытия Земли Фран- ца-Иосифа)	5	Дьяченко С. М. Проект «Улисс»: по- зади первый этап	5
Сагалеви́ч А. М., Москалев Л. И. Три экспедиции к затонувшей ато- марине	1	Пауэлл К. Золотой век космологии	2
ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ		Швем Г. Х. Вторая комета «Джотто»	4
Белый Ю. А. Первые шаги астрономи- ческой оптики	3	ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
Бирюков Ю. В. Ракета 09 — первая отечественная жидкостная	5	Ильин В. А. Научные чтения школьни- ков	3
Бронштэн В. А. Восстанавливая стра- ницы истории. Очерк восьмой. Иосиф Сикора	1	АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
Бронштэн В. А. Восстанавливая стра- ницы истории. Очерк девятый. Дмитрий Обломиевский	6	Засов А. В. Обсуждается подготовка астрономических кадров	6
Ефремов Ю. Н. Имена и координ- аты звезд	1	Левитан Е. П. Факультатив для старшеклассников и студентов	5
Каневский З. М., Корякин В. С. Георгий Яковлевич Седов: 80 лет спустя	1	Левитан Е. П. Научные представ- ления о Вселенной — основа косми- ческого мышления и сознания	3
Маринин И. А., Шамсутди- нов С. Х. Советские программы полетов к Луне (начало)	4	ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
Маринин И. А., Шамсутди- нов С. Х. Советские программы полетов к Луне (окончание)	5	Велещук П. Т. Возможности теле- скопа «Мицар»	2
Плахотник А. Ф. Во льдах Централь- ной Арктики (к 100-летию дрейфа экспедиционного судна «Фрам»)	4	Зоткин И. Т., Чичмарь В. В. Сбор- юных астрономов	5
Темный В. В. История открытия ра- диационных поясов Земли: кто, когда и как?	5	Мамун А. В. Страничка наблюдателя Остапенко А. Ю. Звездный ларец. Ноябрь—декабрь	6
Филимон А. Н. Брюсов календарь	1	Полное лунное затмение 9-10 декабря 1992 года	3
НАШИ ИНТЕРВЬЮ		Порошин А. Солнечное затмение 21 мая 1993 года	5
Чебыкин В. А. Мысль, устремленная в космос	3	Сикорук Л. Л. Большая туманность Андромеды	1
ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ		Тейфель В. Г. Это случается раз в десять миллионов лет, но мы смо- жем это увидеть	6
Архипов В. А. Археология Луны: наука XXI века	6	Титомиров Б. Б. Яркие кометы в 1994 году	6
Калмыков-Демиров В. В. Кален- дарь Ворот Солнца	1	Угольников О. С. Сумерки и их наблюдения	4
Кераджоли Р. Что стоит за мифом о «красном Сириусе»	6	Шумков В. П. «Парсек» — младший брат «Апекса»	1
		ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ	
		Бекяшев Р. Х. Светосильный рефлек- тор Кассегрена	6
		Терешко М. А. Астрограф из зер- кально-линзового фотообъектива	3

ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ			
Неяченко И. И. Малая Медведица	1	Между звездами — сажа	4
Неяченко И. И. Киль	2	Наверное, мы все-таки одиноки	3
Неяченко И. И. Парус	4	Научная сессия Абастуманской астро- физической обсерватории	5
Неяченко И. И. Корма	6	Новое о Тритоне	3
Неяченко И. И. Компас	6	Новые метеориты 1992 года	2
ФАНТАСТИКА			
Лишевский В. П. Возвращение	4	Особенности развития 22-го цикла сол- нечной активности	2
Таросян Р. Разгляди мечту	1	Открыта новая малая планета	1
Ши Дж. М. Лихорадочный бред	6	Парные астероиды — не редкость	4
ПРОТИВ АНТИНАУЧНЫХ СЕНСАЦИЙ			
Архипов А. В. Современные сказки о Луне	2	Проксима Центавра — периодическая переменная	2
Риб Жан-Клод, Моне Ги. НЛО глазами французских астрономов (окончание)	1	Редкий снимок метеора	5
В ПОМОЩЬ ЛЕКТОРУ			
Ивашкевич А. К. Ракеты-носители США (1 часть)	3	Рождение звезд питает галактику	3
Ивашкевич А. К. Ракеты-носители США (2 часть)	4	Секунда за три миллиона лет	4
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ			
Левитан Е. П. Астрономический ат- лас школьника	4	Снимок астероида Тутатис	3
Мирошниченко Л. И. Электромаг- нитные поля и биосфера	3	Снимок газовой туманности	2
Новиковский Б. А. «Цифровые кар- ты»	1	Солнце в августе — сентябре 1992 г.	1
КОСМИЧЕСКАЯ ПОЭЗИЯ			
Николай Гумилев	6	Солнце в октябре — ноябре 1992 г.	2
ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ			
НОВОСТИ НАУКИ			
И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ			
Международный форум информатиза- ции	1	Солнце в декабре 1992 — январе 1993 г.	3
АСТРОНОМИЯ			
Астропарк в Северной Ирландии	2	Солнце в феврале — марте 1993 г.	4
Астероид «попал» в Тихий океан	6	Солнце в апреле — мае 1993 г.	5
Астрономические явления в январе — июне 1994 года	6	Солнце в июне — июле 1993 г.	6
«Большой взрыв» под вопросом	2	Стационарна ли Вселенная?	4
Ботаник и зоолог... на Венере	2	Фотометрические наблюдения сверх- новой 1993J	4
В межзвездном пространстве обнару- жено олово	4	Что моложе — звезды или галактики?	3
Две любительские Новые	4	Что натворили астероиды на Земле?	4
Джим Мюллер и ее кометы	6	Что прячется за Плутонем?	4
Еще одна молодая звезда	4	Эфемериды кометы Шумейкеров- Леви 9	6
Загадка солнечных нейтрино остается	4	III съезд Астрономического общества	
Закрывается подземная лаборатория	4	ГЕОФИЗИКА	
Замечательная Сверхновая в галактике M 81	4	Англия и Мексика: загрязнение ус- губляется	3
За Плутоном есть еще небесные тела	4	Возможность управлять вечной мерз- лотой	6
Зарегистрировано собственное радио- излучение ярких болидов	2	Гамбургцевские чтения	4
Измерять озон по звездам?	6	«География» полмиллиарда лет назад	1
Искусственные кольца Земли и опас- ность засорения	4	Динозавровое общество	4
Исследования Солнца в Японии	3	Жизнь после катастрофы	3
Как рождаются звезды?	4	Извержение вулкана в Колумбии	6
Катастрофа «отменяется»	4	Как «обезоружить» озеро Ниос?	2
Когда галактика была «юной»	2	Каковы будут последствия потепления?	3
Кометное облако Оорта	2	Кроссовки-«океанологи»	4
		Необычный вулканизм Австралии	1
		Озона стало еще меньше	5
		Опасность грозит из пещеры	1
		Поиск гравитационных волн	3
		Поосторожнее с вулканом!	6
		Потепление вызовет рост ледников?	3
		При спокойном Солнце «озонная дыра» увеличится	5
		Сейсмическая опасность в Северном море	2
		Солнечная радиация включена в про- гноз погоды	6
		Сюрприз Эль-Ниньо	5
		Углекислый газ не отстывает	4
		Цифры обнадеживают	2
		КОСМОНАВИКА	
		Космос и рынок	3

Новая задача «Сакигаке»	4	Японская ракета-носитель: не все идет гладко	4
ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ		Японский модуль для станции «Фридом»	6
Европейский космоплан	4	«ХАББЛ» НАБЛЮДАЕТ ВСЕЛЕННУЮ	
«Марс Обсервер» разделит судьбу «Фобосов»	6	«Галактический двигатель» и еще одна гравитационная линза	5
Мозаичные изображения Марса	1	НОВЫЕ КНИГИ	1,2,4,5,6
Папуасский космодром?	6	НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»	1,2,3,4
Предстоящий полет для обслуживания космического телескопа	6	УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В «ЗЕМЛЕ И ВСЕЛЕННОЙ» В 1993 ГОДУ	6
Программа «Спейс Шаттл»: очередные полеты	2, 3		
Проект «Плутон»: старт в 1998 году?	6		

Информация

Астероид «попал» в Тихий океан

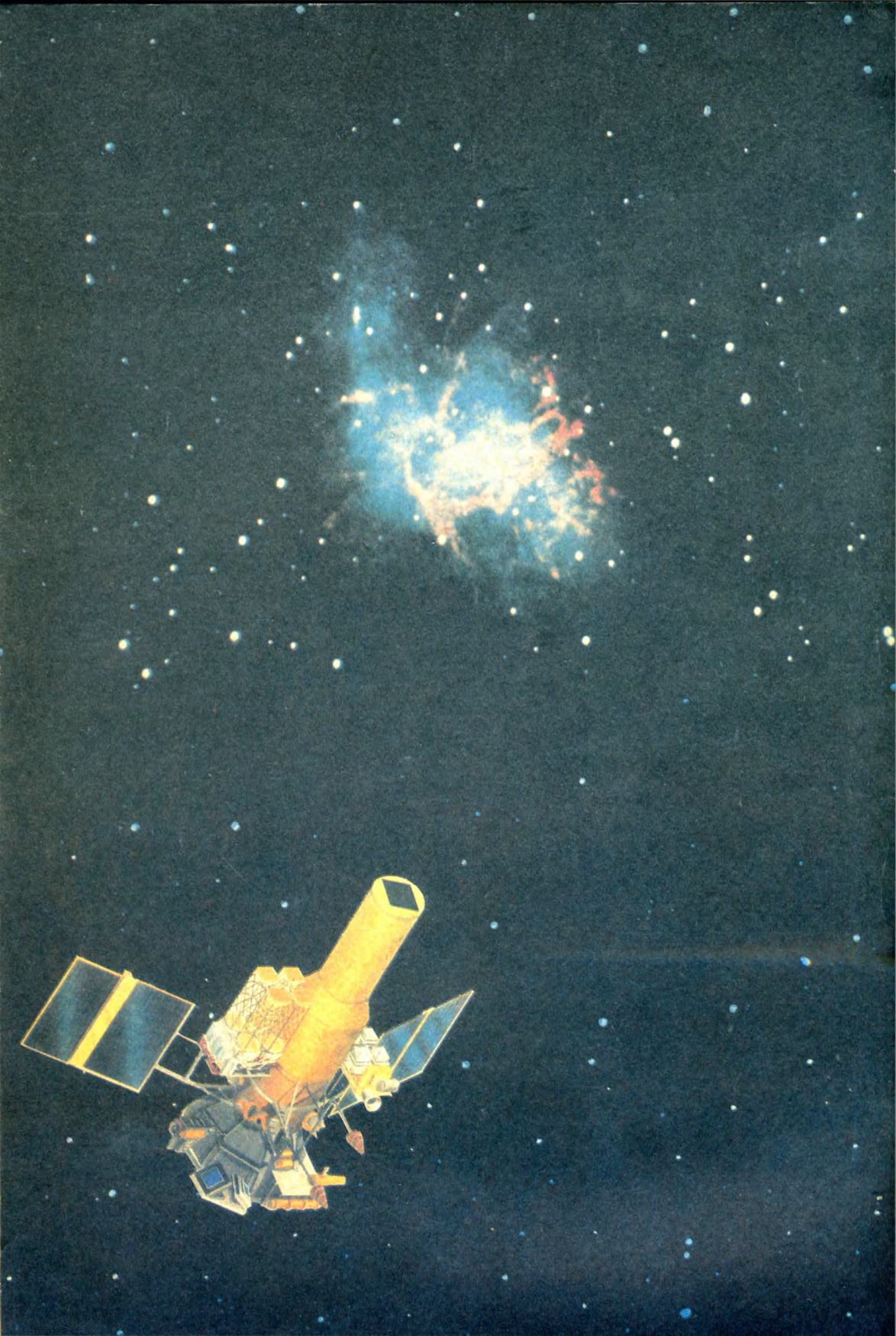
При выполнении международного проекта глубинного бурения в море в одном из участков бурения, находившемся в 2 тыс. км к северо-западу от берегов Японии, была поднята колонка донного грунта, привлекавшая большое внимание специалистов. Изучивший ее научный сотрудник Центра исследования сла-

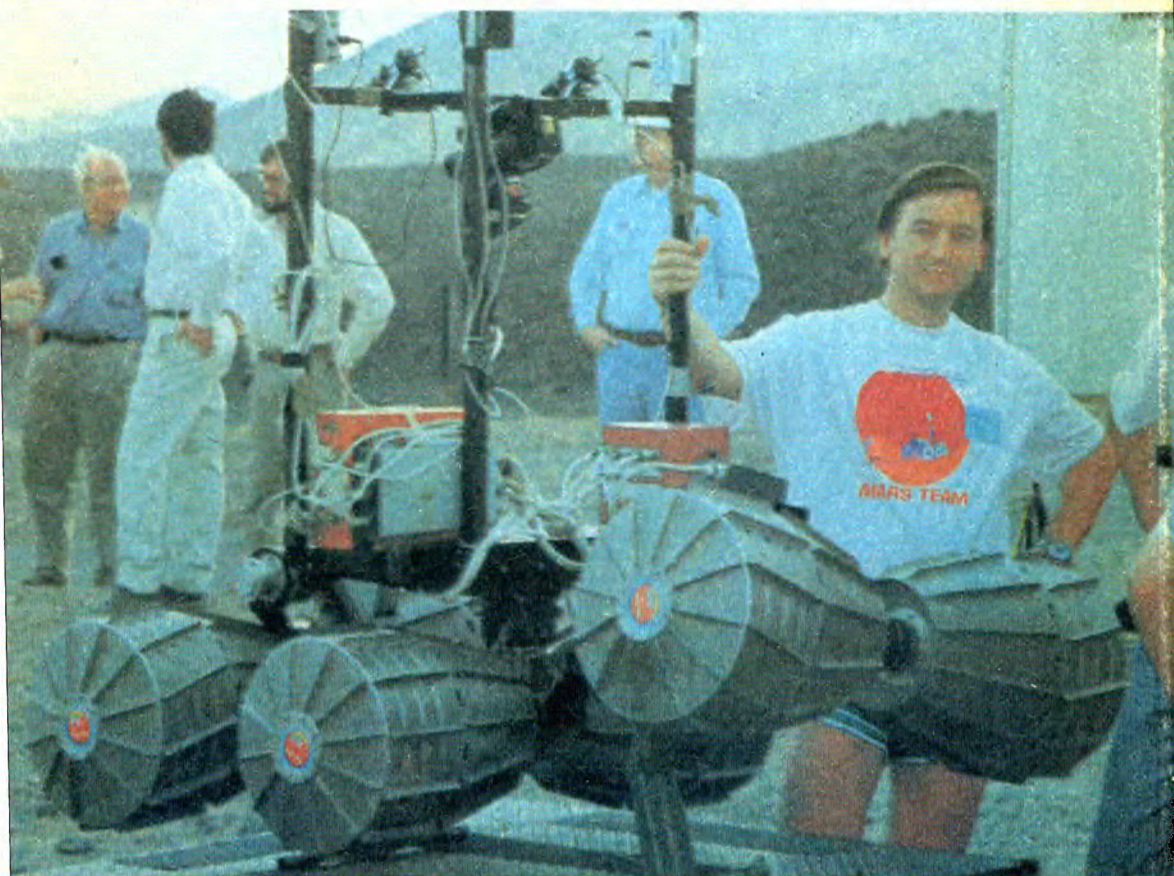
бой радиоактивности в Париже Эрик Робэн с коллегами установил, что в образцах содержатся зерна шпинеля — минерала, представляющего собой в основном окислы магния и алюминия. В данном случае зерна содержали также значительное количество иридия, сравнительно редкого на Земле химического элемента, но постоянно встречающегося в составе метеоритных тел.

По-видимому, здесь мы имеем дело с метеоритом, упавшим око-

ло 65 млн лет назад, в конце мелового периода, в акваторию Тихого океана. Высказывается предположение, что это небесное тело, диаметром около 2 км, было лишь частью серии крупных метеоритов, осколков астероида, столкнувшегося тогда с нашей планетой, и вызвавших массовую гибель ее флоры и фауны, в частности, динозавров.

Nature, 1993, 363, 615
New Scientist, 1993, 1883, 17





«НАУКА»
ЦЕНА 45 р.
ИНДЕКС 70336