

ЗЕМЛЯ И

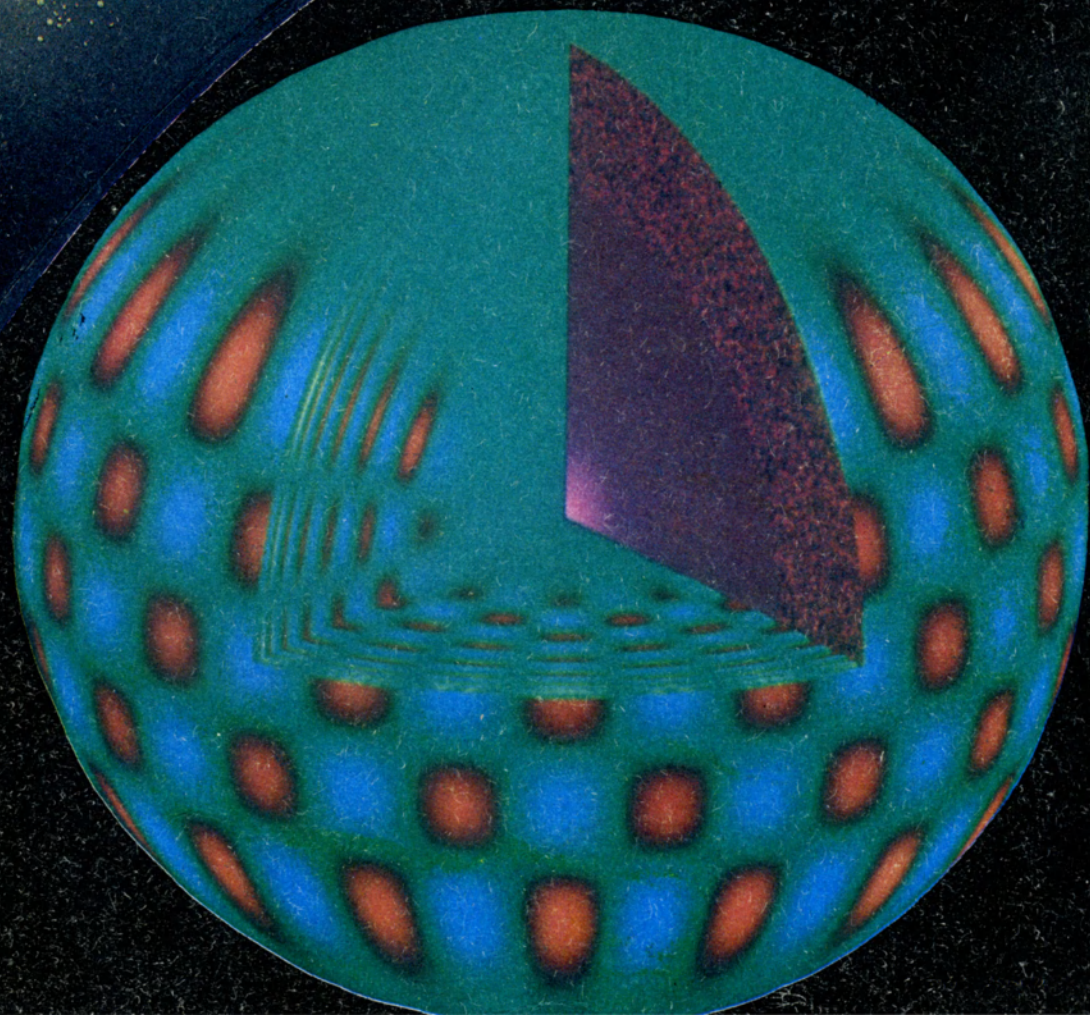
МАРТ-АПРЕЛЬ

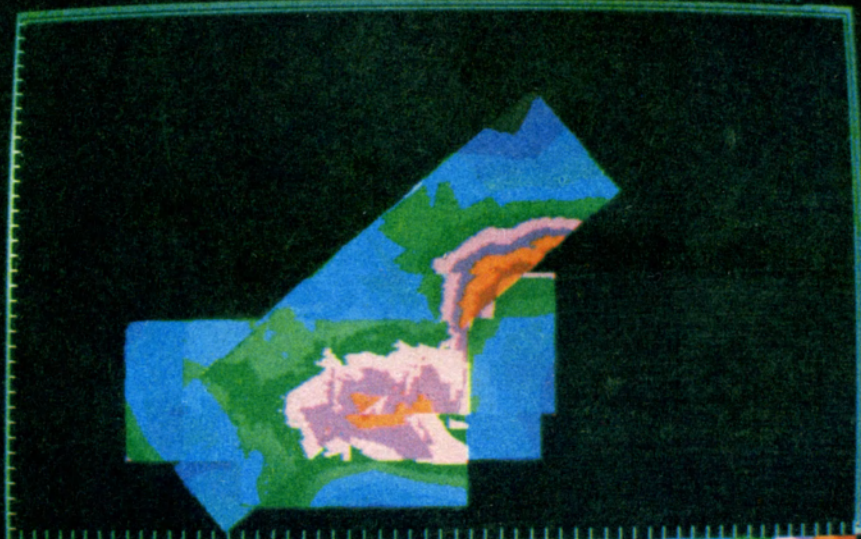
2/92

ISSN 0044-3948

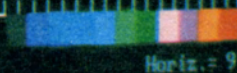
КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ВСЕЛЕННАЯ

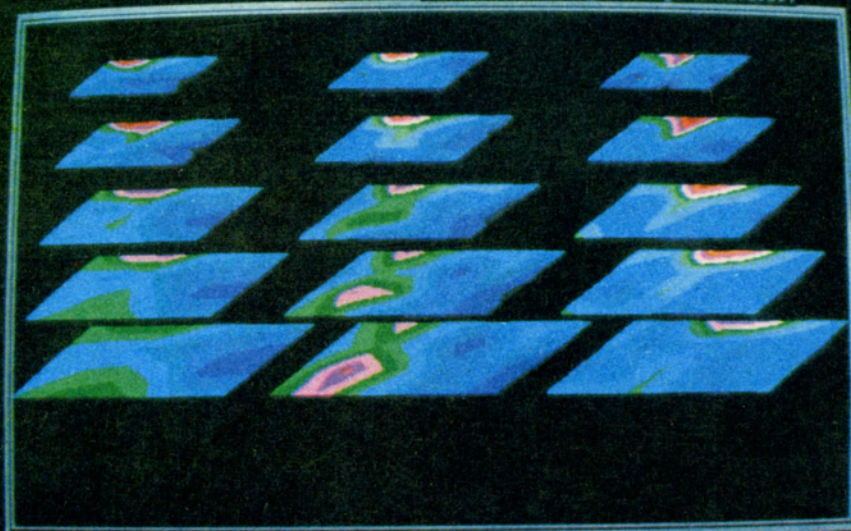




Inc= X= Y= F1=
 input file name: Can't open input file



Horiz.= 9



Inc= X= Y=
 input file name: Can't open input file



Size=8.5

Изображение шумящей (излучающей микросейсмы) зоны в недрах Северной Исландии. Получено методом вычислительной сейсмотомографии Б. М. Шубиком и В. Л. Киселевичем (Институт физики Земли РАН). Вверху — объемное изображение зоны на глубине 1800 м.

Внизу — карты-срезы на глубинах 200, 400, 600, 800 и 1000 м. Справа на каждом снимке приведена цветовая шкала условного уровня шума (интенсивность возрастает от фиолетового цвета к красному)
 К статье И. Н. Галкина «Геотомография: проблемы и заботы»

Редакционная коллегия:

Главный редактор
член-корреспондент РАН
В. К. АБАЛАКИН
Зам. главного редактора
Академик В. М. КОТЛЯКОВ
Зам. главного редактора
кандидат 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. ГЛАЗЬОВ
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
Я. Н. МИНИН
Член-корреспондент РАН
А. В. НИКОЛАЕВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
Кандидат педагогических наук
А. Б. ПАЛЕЙ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор геолого-минералогических наук
Г. И. РЕЙСНЕР
Доктор химических наук
Ф. Я. РОВИНСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Академик
В. В. СОБОЛЕВ
Н. Н. СПАССКИЙ
Кандидат физико-математических наук
В. Г. СУРДИН
Доктор физико-математических наук
Ю. А. СУРКОВ
Доктор технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Академик АН Молдовы
А. Д. УРСУЛ
Доктор физико-математических наук
А. М. ЧЕРЕПАЩУК
Доктор физико-математических наук
В. В. ШЕВЧЕНКО
Кандидат географических наук
В. Р. ЯЩЕНКО

В номере:

- 3 ВОРОНЦОВ С. В. Сейсмология Солнца
9 РУДНИЦКИЙ Г. М. Межзвездные молекулярные облака
18 ПАЛЛО В. В. Программа КБ «Салют»: космические дали или космические миражи?
26 КЛИГЕ Р. К. Каспийское море: проблемы и прогнозы
33 ТАМКОВИЧ Г. М., УСИКОВ Д. А. Биопродуктивность океана: взгляд из космоса
41 ЛЕСКОВ Л. В. Cosmogare necesse est

ЛЮДИ НАУКИ

- 50 СМИРНОВ В. А., ЧУПРИНА Р. И. Константин Доримедонтович Покровский
52 ЛИШЕВСКИЙ В. П. Гюстав Гаспар Кориолис

ЭКСПЕДИЦИИ

- 55 ИВАНОВ Ю. А. В дельте Гольфстрима

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 60 ГАЛКИН И. Н. Геотомография: проблемы и заботы

ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВИКА

- 64 ФОЙТЕЛЬ-БЕХЛЬ Й., ИЗАКАЙТ Д., ПФЕФФЕР Х. Крылья — будущее космического транспорта

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 71 БРОНШТЭН В. А. Восстанавливая страницы истории. Очерк седьмой. Николай Воронов

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 78 ДОМАНСКИЙ Й. ЗИНКОВСКИЙ В. И., ШТЕФЛ В. Как знают астрономию школьники разных стран
81 ПОЛАНУЕР М. Д. Вариант «Курса общей астрономии»

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 83 ОСТАПЕНКО А. Ю. Звездный ларец

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 89 ТИЧИНСКИЙ С. И. Обсерватория с куполом
91 ЛЕВИН А. В. Крепление вторичного зеркала в телескоп-рефлекторе

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

- 93 МЕРЕМИНСКИЙ А. Е. Астрономические программы для микрокалькуляторов. Определение характеристик затмений

ПРОТЯГ АНТИНАУЧНЫХ СЕНСАЦИЙ

- 98 КОРНЕЛИС ДЕ ЯГЕР. Наука, околонатура и псевдонаука

ФАНТАСТИКА

- 104 ХРУЩЕВСКИЙ ЧЕСЛАВ. Город с другой планеты

ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

- 110 НЕЯЧЕНКО И. И. Стрела

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ: Второе рождение звезд в старом скоплении [17]; Первые шаги Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского [45]; На орбите — комплекс «Мир» [46]; «Гранат»: наблюдение Новой в созвездии Мухи [48]; Термоядерные реакции в недрах планет [49]; Земля — окольцованная планета! [49]; Памяти Михаила Сергеевича Молоденского [54]; Геофизический эксперимент и протесты «зеленых» [59]; Извержение вулкана на морском дне [59]; Золото океана [62]; Вселенная помолодела! [63]; Каждую галактику питает квазар [63]; Результаты полета спутника-платформы [70]; Дальше некуда!.. [77]; Солнце в октябре — ноябре 1991 года [87]; Новый мощный ИК-источник [88]; Новые книги [109]; Содержание озона катастрофически падает [111]; Вечер, посвященный Фламмарну [112]

Заведующая редакцией

Г. В. МАТРОСОВА

Зав. отделом астрономии

Э. А. СТРЕЛЬЦОВА

Зав. отделом наук о Земле

Э. К. СОЛОМАТИНА

Зав. отделом космонавтики

А. Ю. ОСТАПЕНКО

Художественный редактор

Е. А. ПРОЦЕНКО

Младший редактор

И. В. ЗОТОВА

Корректоры:

В. А. ЕРМОЛАЕВА

Л. М. ФЕДОРОВА

Обложку журнала оформила

Е. А. ПРОЦЕНКО

Номер оформили:

Е. К. ТЕНЧУРИНА

М. Р. ПРОХОРОВА

А. М. ПОЛЯК

М. И. РОССИНСКАЯ

Адрес редакции:

117810, ГСП-1, Москва,

Мароновский пер., д. 26

ж-л «Земля и Вселенная»

Телефоны: 238-42-32

238-29-66

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per, 26, f. 1985; 6 a year; publ. by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses on 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 VORONTSOV S. V. The Seismology of the Sun
- 9 RUDNITSKIJ G. M. Interstellar Molecular Clouds
- 18 PALLO V. V. The Program of Design Office «Sallut»: Space Flights or Space Mirages?
- 26 KLIGE R. K. The Caspian Sea: Problems and Predictions
- 33 TAMKOVICH G. M., USIKOV D. A. Ocean Bioproductivity: a View from the Space
- 41 LESKOV L. V. Cosmogare necesse est

THE PEOPLE OF SCIENCE

- 50 SMIRNOV V. A., CHUPRINA R. I. Konstantin Dorimedontovich Pokrovskij
- 52 LISHEVSKIJ V. P. Gustav Gaspar Coriolis

EXPEDITIONS

- 55 IVANOV YU. A. In the Gulf Stream Delta

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 60 GALKIN I. N. Geothomography: Problems and Concerns

THE FOREIGN COSMONAUTICS

- 64 FEUSTEL-BUECHL J., ISAKEIT D., PFEFFER H. Wings is the Future Space Transportation

FROM THE HISTORY OF SCIENCE

- 71 BRONSHTEN V. A. Restoring Pages of the History. The 7th Essay Nikolaj Voronov

ASTRONOMICAL EDUCATION

- 78 DOMANSKIJ J., ZINKOVSKIJ V. I., STEFL V. How do Schoolchildren from Different Countries know Astronomy?
- 81 POLANUER M. D. A Variant of «General Astronomy» Course

AMATEUR ASTRONOMY

- 83 OSTAPENKO A. Yu. The Star Casket

AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 89 TICHINSKIJ S. I. An Observatory with a Dome
- 91 LEVIN A. V. Mounting of Secondary Mirror in Reflecting Telescope

COMPUTERS TO HELP AMATEUR ASTRONOMERS

- 93 MEREMINSKIJ A. Ye. Astronomic Programs for Microcalculators. Calculating Eclipse Characteristics

AGAINST THE ANTISCIENTIFIC SENSATIONS

- 98 KORNELIS DE YAGER. Science, Para-science and Pseudo-science.

SCIENCE FICTION

- 104 KHRUSCHEVSKIJ CH. A City from Another Planet

LEGENDS ABOUT THE STARRY SKY

- 110 NEJACHENKO I. I. The Arrow

На 1-ой странице обложки: Схематический рисунок внутреннего строения Солнца. В правой части меридионального разреза видно ядро, где идут термоядерные реакции, вырабатывающие энергию Солнца. Ядро окружено лучистой зоной, из которой энергия переносится наружу излучением. Внешняя часть Солнца — конвективная оболочка, через которую энергия переносится конвекцией. Синие и красные участки соответствуют акустическим колебаниям степени $l=20$ и радиального номера $n=15$, они движутся в противофазе.

[Рисунок любезно предоставлен Дж. Харви из Национальной Солнечной обсерватории, Тусон, США]

(к статье С. В. Воронцова «Сейсмология Солнца»)

На 3-й странице обложки: Вверху — Снимок солнечной короны во время полного солнечного затмения 11 июля 1991 г. получен Р. и М. Кристенанн (США) со 130-миллиметровым апохроматическим рефрактором (1:8). Использовался радиальный фильтр, пропускающий лишь 1% света вблизи лунного лимба и 100% на расстоянии одного солнечного диаметра от него. Выдержка — 4 сек, пленка — «Ektar-25» (60 мм).

Внизу — Д. ди Чикко (США) с помощью 102-миллиметрового объектива Джеггера (1:15) удалось запечатлеть этот красивый протуберанец. Для этого он применил 2-кратный телеконвертер и пленку «Kodachrome-64». Выдержка — 1/60 сек.

Sky & Telescope 1991, 81, 4

На 4-й странице обложки:

Замечательная пара туманностей в созвездии Стрельца — М 8, «Лагуна», и М 20, «Трехраздельная» (вверху — доступна даже для небольших любительских телескопов. Снимок получил Дж. Райфл (США) с 32-сантиметровым меннсковым астрографом (1:5). Пленка «Fujichrome-100» была гиперсенситивизирована водородом. Выдержка — 60 мин.

Sky & Telescope, 1986, 73, 3

Сейсмология Солнца

С. В. ВОРОНЦОВ,
доктор физико-математических наук
Институт физики Земли РАН

ПРИРОДА КОЛЕБАНИЙ

Колебания на Солнце в начале 60-х годов обнаружили американские астрономы Р. Лейтон, Р. Нойс и Дж. Саймон. Они наблюдали цуги квазипериодических колебаний в солнечной фотосфере с периодом около пяти минут. Природа этих колебаний долгое время оставалась неясной. И все же датой рождения гелиосейсмологии можно считать 1975 г., когда блестящие наблюдения немецкого астронома Ф.-Л. Дебнера убедительно показали: загадочные пятиминутные колебания представляют собой наложение огромного числа различных мод резонансных акустических колебаний Солнца. Они проявляются не только на поверхности, но и глубоко в недрах, вплоть до области термоядерных реакций в ядре. Такие колебания несут богатейшую информацию о внутреннем строении Солнца. Их спектр уникален, подобно звучанию музыкального инструмента, индивидуальность которого единственна и неповторима.

Глобальные акустические колебания — это упругие резонансные колебания Солнца, являющиеся звуковыми волнами, захваченными в его недрах. Источником энергии служит акустический шум, генерируемый турбулентной конвекцией в оболочке Солнца (Земля и Вселенная, 1976, № 3, с. 15.—Ред.). При таком шумовом (стоха-



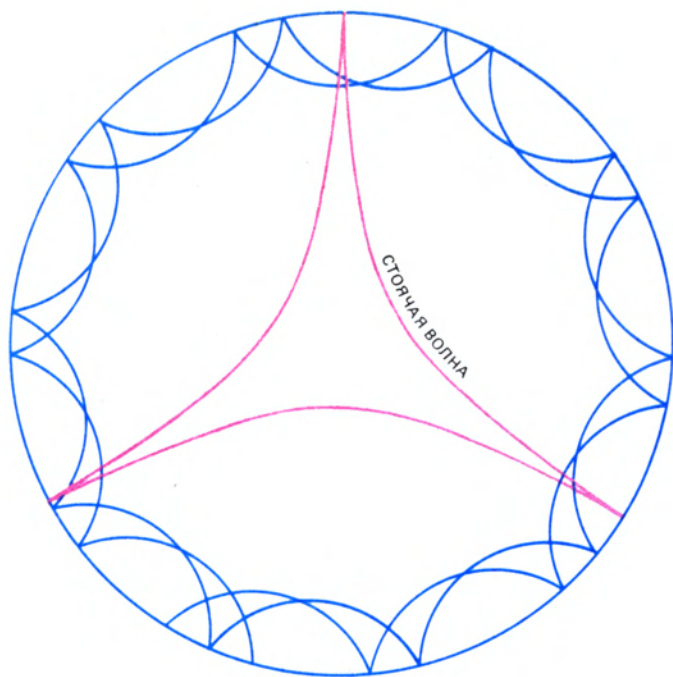
Гелиосейсмология — сравнительно новое направление науки о Солнце, стремительно развивающееся на стыке астрономии и геофизики. Гелиосейсмология изучает строение и динамику солнечных недр по наблюдаемым частотам колебаний, подобно тому, как сейсмическими методами исследуют внутреннее строение Земли.

стическом) возбуждению звуковые волны излучаются в широком диапазоне частот и по всем направлениям. Распространяясь по различным траекториям в недрах, волны многократно отражаются от поверхности. Траектория волны может оказаться замкнутой — и тогда в результате интерференции образуется стоячая волна, это одна из мод акустических колебаний. Сложение бегущих волн в

стоячую аналогично ее возникновению в обычной струне на определенных дискретных (резонансных) частотах.

Спектр колебаний струны состоит из основного тона, первого и второго обертона и т. д. (номер обертона определяется числом узлов в распределении амплитуды по длине струны). Солнечные же колебания могут иметь не только разное число узлов по радиусу Солнца (его называют **радиальным номером обертона** n), но и различное распределение амплитуд по поверхности. При колебаниях в каждой моде отдельные участки поверхности Солнца движутся в противофазе и разделены узловыми линиями, на которых амплитуда колебаний равна нулю. Полное число таких линий по поверхности Солнца называют **степенью колебаний** l . (В строгом математическом описании распределение амплитуд по поверхности определяется сферической гармоникой степени l .)

Простейший тип колебаний — это радиальные с $l=0$, при которых поверхность Солнца периодически расширяется и сжимается, не меняя своей сферической формы. Колебания с $l=1$ называют дипольными. Наглядно представить их можно, если потрясти сваренное всмятку яйцо: оболочка и ядро будут двигаться в противоположных направлениях, совершая колебания отно-



Траектория двух акустических волн, «захваченных» в недрах Солнца. Распространяясь от поверхности вглубь, волна из-за увеличения скорости звука меняет свою траекторию, возвращается к поверхности, отражается от нее и т. д. Если траектория волны оказывается замкнутой (красная кривая) и волна возвращается в ту же точку в той же фазе, образуется стоячая волна, которая и представляет собой одну из мод глобальных акустических колебаний Солнца

сительно общего центра масс. Колебания с $l=2$ называют квадрупольными, они поочередно деформируют поверхность Солнца в вытянутый и сплюснутый эллипсоид. Колебания более высоких степеней имеют и более сложную форму (диапазон солнечных колебаний весьма широк — до $l \approx 2000$).

Регистрируют солнечные осцилляции, как правило, путем измерения доплеровских скоростей на поверхности Солнца. Выбирают одну из узких линий поглощения в его оптическом спектре. При движении вещества в сторону наблюда-

теля из-за эффекта Доплера линия поглощения смещается в фиолетовую область спектра, при движении в обратном направлении — в красную. Амплитуды колебаний по солнечным масштабам весьма малы (сантиметры в секунду), однако вполне обнаружимы спектральными оптическими методами. Современные наблюдения с высоким пространственным разрешением видимого диска Солнца позволяют выделять осцилляции различной степени l . Колебания удается регистрировать и в интенсивности солнечного излучения, где они имеют относительно большую амплитуду порядка 10^{-6} .

Благодаря специальным прецизионным инструментам, разработанным для наблюдения солнечных осцилляций, в ходе обширных научных программ зарегистрированы многие тысячи частот различных мод солнечных колебаний. И измерены они с почти фантастической для астрофизики относительной точностью — до 10^{-5} . Основной

объем подобных высококачественных данных о колебаниях в широком диапазоне степеней l получен на солнечных телескопах обсерваторий Биг Бэр и Маунт Вилсон (США) и в экспедиционных наблюдениях на Южном Полюсе (наблюдения на полюсе позволили получить ряды данных, не прерываемые сменой дня и ночи). Лучшие данные о колебаниях низких степеней l получены на сетях наземных станций, организованных учеными из Бирмингемского университета (Англия) и университета Ниццы (Франция), а также из космоса — с борта аппарата «Фобос» при его полете к Марсу (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 7.— Ред.). Это был один из немногих экспериментов по программе «Фобос», который удалось завершить, передав на Землю прекрасные результаты.

Данные о частотах акустических колебаний Солнца по объему и качеству уже сейчас превзошли информацию о собственных колебаниях Земли, которой располагает земная сейсмология. Как это ни странно, но солнечные осцилляции легче наблюдать, чем земные. Дело в том, что земные колебания можно регистрировать только в отдельных точках и лишь после землетрясений или взрывов. Солнце же мы наблюдаем целиком, и его колебания все время возбуждаются.

СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ НЕДР ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Бурное развитие работ по гелиосейсмологии, последовавшее за первыми сообщениями об измерении частот солнечных колебаний, связано с тем, что новые данные попали на хорошо подготовленную почву. Уже были разработаны детальные количе-

ственные модели внутреннего строения Солнца — **стандартные солнечные модели**. Они рассчитаны на основе общих концепций теории звездной эволюции и современных количественных представлений о скоростях ядерных реакций, переносе излучения, конвективном теплопереносе в звездах. С другой стороны, была детально развита теория звездных осцилляций, начавшаяся с работ Кельвина и У. Ю. Лэмба. Теория эта применялась к расчету колебаний классических переменных звезд (пульсирующих, в отличие от Солнца, с большими амплитудами на одной или двух низших модах колебаний). Казалось бы, оставалось только взять стандартные модели Солнца, рассчитать на ЭВМ частоты осцилляций с помощью уже существующих алгоритмов (или несколько адаптировать алгоритмы, разработанные в земной сейсмологии для расчета собственных колебаний Земли) и сравнить полученные частоты с наблюдаемыми.

Все это было сделано. И оказалось, что теоретические и наблюдаемые частоты неплохо согласуются — подтвердилась правильность наших основных представлений о внутреннем строении Солнца. Однако вскоре выявились и существенные расхождения. Их попытались снять путем подбора модели, внося количественные изменения в ту сложную физику, которая легла в основу построения эволюционной модели. Расхождения удалось несколько уменьшить, но не удалось полностью устранить. Лучшие из существующих сейчас моделей согласуются с наблюдаемыми солнечными частотами на уровне примерно одного процента. Но, к сожалению, даже такого, казалось бы, хорошего согласия недоста-

точно, чтобы считать модели удовлетворительными. Частоты колебаний в различной мере чувствительны к строению тех или иных областей Солнца. Кардинальные изменения в строении небольшого центрального ядра, где идут термоядерные реакции и изучение которого представляет особый интерес, ведут к относительному изменению частот всего лишь порядка 10^{-3} . В то же время процесс подбора модели осложнен тем, что в ее построение закладывается немало качественных и количественных допущений; возможных источников расхождений достаточно, а расчет эволюционных моделей и частот их колебаний с хорошей точностью превращается в весьма громоздкую вычислительную задачу.

По мере накопления и уточнения наблюдательных данных становилось ясно, что простым подбором модели проблему не решить. Наблюдательная гелиосейсмология значительно опередила гелиосейсмологию теоретическую (это положение сохраняется и сейчас). Обилие и хорошее качество данных позволило подойти к проблеме с иной стороны — попытаться решить **обратную задачу**: восстановить сейсмическое строение Солнца непосредственно по наблюдаемым частотам колебаний, привлекая модели лишь для сравнения результатов. На этом пути, приводящем нас в увлекательную область математики — изучение обратных задач, и ведутся сейчас основные исследования по гелиосейсмологии. И, конечно, огромную помощь здесь оказывает опыт, накопленный в обратных задачах земной сейсмологии.

Перечислим некоторые основные результаты, полученные в сейсмологии Солнца к настоящему времени.

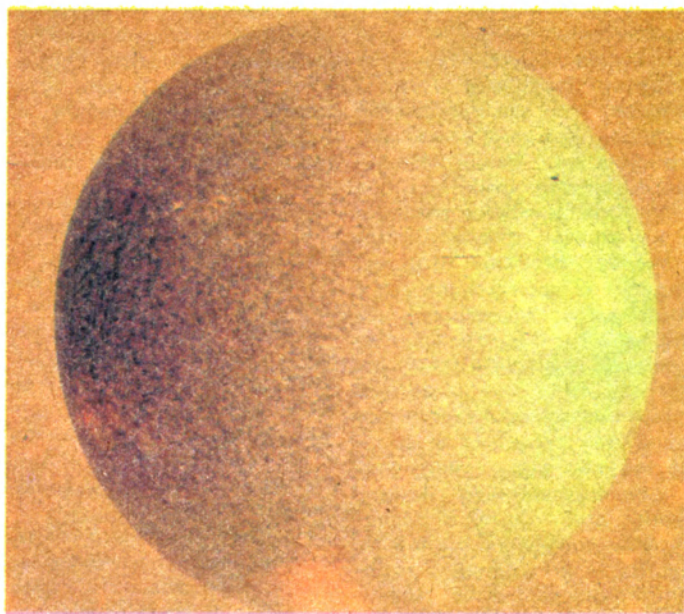
Удалось измерить **толщину**

конвективной оболочки Солнца. Она составляет 29 % солнечного радиуса. Оценка по стандартным моделям делалась со значительной неопределенностью и, как правило, давала более тонкую конвективную зону.

Выявлены погрешности стандартных моделей в **лучистой зоне Солнца**, связанные с неточным описанием переноса излучения. Сейсмические же данные позволяют уточнить коэффициенты «непрозрачности» солнечной плазмы, предсказываемые физической теорией взаимодействия излучения с веществом.

Наконец — и это самое интересное — получены указания на необычное строение солнечного ядра. Но поскольку его труднее всего изучать с помощью акустических колебаний, окончательные выводы требуют еще дальнейшего тщательного анализа. И все же предварительные результаты нескольких независимых групп исследователей можно интерпретировать как указание на то, что **вещество в ядре перемешивается**, и такое перемешивание происходило в течение всей солнечной эволюции.

Здесь необходимо сделать небольшое отступление. Один из постулатов стандартной теории солнечной эволюции гласит, что вещество в недрах Солнца перемешивается лишь в конвективной оболочке. В ядре никакого перемешивания не происходит, и продукты термоядерных реакций (выгорание водорода с превращением в гелий) накапливаются в тех местах, где они образуются. Вопрос этот тесно связан с проблемой дефицита **солнечных нейтрино** — одной из важнейших проблем астрофизики двух последних десятилетий (Земля и Вселенная, 1974, № 4, с. 31; 1979, № 1, с. 10; 1984, № 6, с. 46.— Ред.).



Изображение Солнца с наблюдаемым на его поверхности распределением доплеровских скоростей (светлые и темные участки соответствуют разным скоростям). Увеличение яркости правой полусферы связано с вращением Солнца. Видны супергрануляция и пятиминутные колебания (рябь), потоки вещества около солнечных пятен (светлая область вокруг пятна вверху слева). (Изображение любезно предоставлено Э. Роудсом из Университета Южной Калифорнии, США)

Дело в том, что наблюдаемый в земных нейтринных детекторах поток энергичных нейтрино от Солнца (из-за слабого взаимодействия с веществом они беспрепятственно проникают сквозь солнечную толщу и достигают Земли) втрое меньше, чем предсказывают стандартные солнечные модели. И хотя не исключено, что секрет тут в недостаточной изученности самих нейтрино как элементарных частиц, одно из возможных решений проблемы может быть связано с перемешиванием вещества в солнечном ядре. Генерация нейтрино исключительно чувствительна к температуре. Ес-

выполненный методом обратной задачи, показывает изменения в строении Солнца, ответственные за изменения частот колебаний, происходят главным образом в его внешних слоях и на широтах максимальной магнитной активности Солнца. Возможно, что изменения частот обусловлены прямым влиянием магнитного поля на колебания. Но не исключено и косвенное воздействие через изменения температуры, поскольку магнитное поле подавляет конвекцию и влияет на ее эффективность.

ИЗМЕРЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГЕЛИЯ

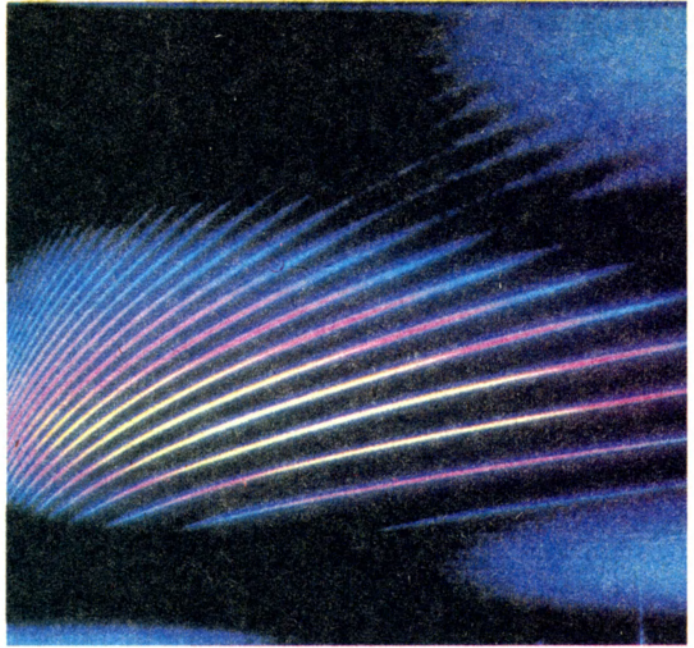
Классические представления о химическом составе Солнца (как и других астрофизических объектов) основаны на данных спектрального анализа. По спектральному составу солнечного излучения удалось определить относительное содержание многих химических элементов. Однако практически нет прямых измерений относительного содержания гелия — второго по распространенности (после водорода) химического элемента во Вселенной. А ведь оценка его содержания представляет большой космологический интерес, начиная от теории Большого Взрыва и кончая образованием и эволюцией Солнечной системы. Поскольку спектральными методами содержание гелия определить не удается, в этом вопросе принято полагаться на предсказания стандартных эволюционных моделей Солнца. (Имеется в виду начальное содержание гелия в протосолнечном веществе, сохранившееся, как принято считать, неизменным в солнечной оболочке; в ядре содержание гелия возрастает в течение эволюции за счет выгорания водорода.)

Систематические наблюдения солнечных осцилляций ведутся уже на протяжении десятилетия. Имея столь представительный ряд наблюдений, ученые заинтересовались вопросом, не происходит ли каких-либо изменений частот колебаний в течение 11-летнего солнечного цикла, которые позволили бы выявить структурные деформации в недрах Солнца, сопровождающие этот цикл. Высокоточные наблюдения последних лет со всей очевидностью показали, что изменения частот действительно происходят. Возможные их причины и механизмы сейчас исследуются. Предварительный анализ,

Нельзя ли определить содержание гелия сейсмическими методами? Это было бы особенно интересно, поскольку, как мы уже видели, предсказания стандартных моделей вызывают сомнения. На первый взгляд кажется, что сейсмические методы тут не помогут, ведь такие данные чувствительны к определенным механическим свойствам вещества, но отнюдь не к его химическому составу. Однако их все-таки можно применить. Идея, впервые предложенная английским астрономом Д. Гофом, состоит в следующем.

На поверхности Солнца, где температура и давление еще не слишком велики, гелий находится в нейтральном состоянии, в недрах же он полностью ионизован. На глубине, составляющей 1—2 % солнечного радиуса, располагается зона ионизации гелия, где он частично ионизован. При сжатии частично ионизованного вещества рост температуры и давления ведет к увеличению степени ионизации. Поэтому упругость вещества в зоне ионизации несколько уменьшается, что отражается на скорости звука и на частотах акустических колебаний. По величине этого эффекта можно измерить содержание гелия.

Соответствующие эффекты в частотах колебаний весьма невелики, в относительном масштабе порядка 10^{-3} , но из современных наблюдательных данных их удается надежно выделить. Полученные оценки содержания гелия находятся в пределах от 23,5 до 26,5 % (по массе). Эта величина существенно меньше той, которую предсказывают стандартные модели (они дают оценку от 27 до 29 %). Интересно отметить, что точность наблюдательных данных сама по себе позволяет лучше измерить содержание гелия. Та-



кие измерения безусловно будут сделаны в ближайшее время — пока этому препятствуют лишь некоторые теоретические неопределенности в уравнении состояния частично ионизованной плазмы. Но ведь и само это уравнение, влияющее на упругость вещества на различных глубинах, можно уточнять по сейсмическим данным. Здесь уже речь идет о тончайших эффектах в частотах колебаний. Однако детальные исследования, выполненные в последнее время специально разработанными методами обратной задачи, выявили вполне определенные погрешности в теоретических уравнениях состояния. Перспективы, открывающиеся в области сейсмических исследований Солнца, превращают его в уникальную природную лабораторию для изучения физики высокотемпературной плазмы.

ВНУТРЕННЕЕ ВРАЩЕНИЕ СОЛНЦА

Определенное, весьма специфическое влияние на

Компьютерное изображение спектра мощности акустических колебаний Солнца. По горизонтали — степень колебаний l , по вертикали — частота. Узкие гребни, вдоль которых концентрируется мощность сигнала (показана светлым тоном), соответствуют модам колебаний с одинаковым значением радиального номера n . Колебания наблюдаются в диапазоне l от 0 до 2000 и в диапазоне периодов от 3 до 15 мин (Рисунок любезно предоставлен Э. Роудсом из Университета Южной Калифорнии, США)

частоты колебаний Солнца оказывает его вращение. Эффекты эти, правда, очень малы, но они надежно выделяются в наблюдательных данных и дают уникальную возможность для изучения внутреннего вращения Солнца, которое может сильно отличаться от поверхностного.

Как мы уже говорили, акустические колебания классифицируются по двум индексам — радиальному номеру n (число узлов по радиусу) и степени l (количество узловых линий по

поверхности Солнца). Вращение нарушает сферическую симметрию задачи, поскольку появляется выделенное направление — ось вращения Солнца. При этом обогащается спектр колебаний — в нем появляется некоторая дополнительная тонкая структура. В результате каждая частота колебаний расщепляется на несколько близких частот (подобно расщеплению энергетических уровней атома под действием магнитного поля — эффект Зеемана). Величина и характер расщепления зависят от скорости вращения в недрах Солнца, ее распределения по глубине и широте. Они будут неодинаковы для разных мультиплетов, поскольку различные моды колебаний проникают на разную глубину в солнечные недра.

Анализ расщепления частот колебаний и решение соответствующей обратной задачи позволили составить надежное представление о внутреннем вращении Солнца до глубины примерно в половину солнечного радиуса. Результаты оказались весьма неожиданными с теоретической точки зрения. Зависимость угловой скорости вращения от широты, наблюдаемая на поверхности (быстрее вращаются экваториальные области), сохраняется по всей глубине конвективной оболочки Солнца. При переходе в лучистую область вращение меняется на твердотельное, и его скорость становится промежуточной между скоростью экваториальных и полярных областей в конвективной зоне. Скорость вращения с глубиной быстро меняется лишь в узком слое у основания конвективной зоны. Именно здесь, вероятно, действует механизм электромагнитного динамо, ответст-

венный за генерацию солнечных магнитных полей.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Специфическую тонкую структуру в частотах колебаний могут вызывать эффекты внутреннего магнитного поля Солнца: анализ наблюдательных данных уже указал на сильную концентрацию магнитных полей (напряженностью 1—2 МГс) у основания конвективной зоны.

Кроме короткопериодических акустических осцилляций Солнце может иметь колебания и иной физической природы — **гравитационные**, с периодами больше одного часа. По своей природе они аналогичны волнам в земной атмосфере и океанах. Сообщения о регистрации таких колебаний на Солнце пока противоречивы — здесь требуются длительные наблюдения, свободные от искажений в земной атмосфере, и основные надежды возлагаются на наблюдения из космоса. К области долгопериодных относятся и загадочные **160-минутные колебания**, открытые в Крымской астрофизической обсерватории А. Б. Северным, В. А. Котовым и Т. И. Цапом (Земля и Вселенная, 1977, № 6, с. 36.— Ред.). Далеко не все понятно и в высококачественных наблюдательных данных о короткопериодных колебаниях, и новые теоретические проблемы возникают пока гораздо быстрее, чем решаются старые.

В наблюдениях с Земли особенно важно обеспечить их непрерывность при смене дня и ночи. Для этого используются сети из нескольких станций, разнесенных по долготе. С трех станций — на Канарских островах, на Гавайях и в Австралии — ве-

дет наблюдения группа Бирмингемского университета. Сеть из семи станций создается по проекту международного сотрудничества IRIS (International Research on the Interior of the Sun); одна из станций успешно функционирует в нашей стране — на горе Кумбель вблизи Ташкента. Вскоре начнутся наблюдения с высоким пространственным разрешением на шести станциях международной рабочей группы GONG (Global Oscillation Network Group); этот крупный проект финансируется Национальным Научным Фондом США.

Готовится аппаратура для новых наблюдений из космоса, которые особенно перспективны, поскольку позволяют полностью освободиться от эффектов земного вращения и неоднородностей в земной атмосфере. Наиболее обширные программы наблюдений разрабатываются для космической обсерватории SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) по совместному проекту Европейского Космического Агентства и НАСА.

Исследования по сейсмологии Солнца углубляются и затрагивают все больший круг научных направлений — физики плазмы, ядерной физики, магнитной гидродинамики. Расширяется международное сотрудничество по гелиосейсмологии. В нашей стране систематические наблюдения идут в Крымской астрофизической обсерватории, ряд интересных результатов получен в Саянской обсерватории СибИЗМИР. Во многих институтах и астрономических обсерваториях ведутся теоретические исследования, определенную поддержку которым оказывает Координационный научно-методический совет «Зо-диак».

Межзвездные молекулярные облака

Г. М. РУДНИЦКИЙ,
кандидат физико-математических наук,
Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга

МЕЖЗВЕЗДНЫЕ ГАЗОВЫЕ ОБЛАКА

Еще в начале XX-го столетия астрономы-наблюдатели пришли к выводу, что межзвездное пространство — это не пустота. В спектрах некоторых звезд они обнаружили узкие спектральные линии поглощения, не похожие на линии, принадлежащие звездным фотосферам. Иногда «аномальные» линии наблюдались у спектрально-двойных звезд, собственные линии которых испытывали периодические колебания относительно среднего положения. «Аномальные» же линии наблюдались на строго фиксированных лучевых скоростях. Оставалось предположить, что газ, в котором возникают «аномальные» линии поглощения, не связан с самими звездами и, вероятнее всего, лежит на луче зрения между звездой и наблюдателем, т. е. является межзвездным.

Если спектральные наблюдения выполнялись с высоким разрешением, то оказывалось, что профиль линии поглощения межзвездного газа состоит из нескольких компонентов с разными доплеровскими смещениями. Был сделан вывод, что газ в межзвездном пространстве распределен не равномерно, а сконцентрирован в отдельных облаках, каждое из которых имеет свою скорость пространственного движе-



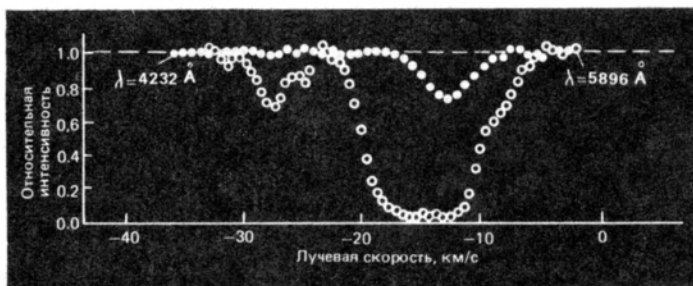
Одним из выдающихся достижений астрофизики за последние четверть века стало открытие гигантских облаков межзвездного газа. Методами радиоастрономической спектроскопии в них были обнаружены сложные органические соединения: кислоты, альдегиды, спирты, эфиры. Молекулярные облака — это также места образования звезд в спиральных рукавах Галактики, одно из звеньев кругооборота вещества в нашей звездной системе.

ния. Звезды, в чьих спектрах присутствуют межзвездные линии поглощения, испытывают также заметное поглощение и покраснение света, следовательно, облака, сквозь которые звезды «про-

свечивают», содержат не только газ, но и пылинки.

До 30-х годов нынешнего столетия были выявлены только атомарные межзвездные линии поглощения, принадлежащие нейтральным и ионизованным атомам межзвездного газа. Почти все оптические линии поглощения, наблюдаемые в межзвездном газе — **резонансные**. В спектроскопии так называют линии, образующиеся при переходах между энергетическими уровнями атома или молекулы, более низкой из которых — основной. Это и понятно: при низких температурах и малых плотностях, которые господствуют в межзвездном газе, подавляющее большинство атомов и молекул находится в основном энергетическом состоянии и дает лишь резонансные линии поглощения.

К наиболее сильным межзвездным линиям поглощения в видимой области спектра относятся линии нейтрального натрия (Na I) $\lambda\lambda$ 5890 и 5896 Å и линии ионизованного кальция (Ca II) $\lambda\lambda$ 3934 и 3968 Å. В некоторых случаях поглощение в центре этих линий достигает 100%. Натрий и кальций — не самые обильные атомы в межзвездном газе; тем не менее, они легко наблюдаются благодаря тому, что их линии лежат в оптической области спектра, доступной для наблюдений с поверхности Земли.



Профили межзвездных линий натрия D₂ λ=5896 Å (светлые кружки) и молекулы CN⁺ λ=4232 Å (светлые точки) в спектре звезды ζ Змееносца (данные работы Хоббса, 1973 г.). Профили приведены к одной шкале лучевых скоростей. В линии натрия на луче зрения наблюдается несколько облаков с разными скоростями, но лишь в одном из них присутствуют в заметном количестве молекулы CN⁺

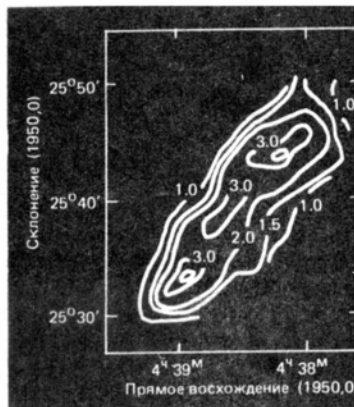
Не так обстоит дело с наиболее распространенными элементами — водородом, гелием, углеродом, азотом, кислородом. Резонансные линии поглощения нейтральных атомов (и ионов) этих элементов лежат в далекой ультрафиолетовой области спектра. Например, резонансная линия водорода I_α имеет длину волны 1216 Å. Только в последние два десятилетия с помощью спутниковых телескопов удалось провести наблюдения межзвездных линий поглощения в спектральной области λ < 3000 Å. Интересные и важные результаты были получены с помощью ультрафиолетовых телескопов на ИСЗ IUE и «Коперник». Сейчас астрономы связывают большие надежды в исследованиях ультрафиолетовых спектров звезд и межзвездной среды с недавно выведенным на орбиту космическим телескопом им. Хаббла (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 49; 1992, № 1, с. 29 — Ред.).

ПЕРВЫЕ МОЛЕКУЛЫ, ОТКРЫТЫЕ В МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЕ

Вернемся к ранним исследованиям облаков межзвездного газа. В конце 30-х годов среди межзвездных линий поглощения были найдены довольно слабые детали, некоторое время не поддававшиеся отождествлению. Трудами выдающихся специалистов в области молекулярной спектроскопии П. Свингса (Бельгия) и Г. Герцберга (Канада) установлено, что линии поглощения принадлежат простейшим двухатомным молекулам — CH, ее иону CH⁺, а также молекуле циана CN. Так впервые астрономы узнали о существовании в межзвездном газе молекулярных соединений.

Наблюдаемые линии молекул CH, CH⁺ и CN лежат в синей, фиолетовой и ближней ультрафиолетовой части спектра. Все эти линии довольно слабые. Для их обнаружения в межзвездных облаках требуются достаточно яркие «подсвечивающие» звезды ранних спектральных классов. Поэтому обычно их наблюдают в направлении на звезды высокой светимости, входящие в состав OB-ассоциаций.

Выдающимся исследователем оптических межзвездных линий был американский астроном У. С. Адамс, почти всю жизнь проработавший на обсерватории Маунт-Вилсон и бывший ее директором в



Карта молекулярного облака TMC-1 в линии J=1—0 молекулы CS (работа Снелла и др., 1982 г.). Видны плотные сгустки газа. В этом же облаке найдена самая тяжелая из ныне известных межзвездных молекул — HC₁₁N

течение 23 лет. В 30—40-х годах на 100-дюймовом телескопе он получил спектры звезд с высокой дисперсией, провел массовые измерения лучевых скоростей межзвездного газа по линиям молекул и Ca II. Он одним из первых построил в 1948 г. кривую вращения межзвездного газа в Галактике.

РАДИОСПЕКТРОСКОПИЯ МЕЖЗВЕЗДНОГО ГАЗА

Подлинный расцвет исследований межзвездного газа начался в 50-х годах, после открытия спектральной радиолинии нейтрального водорода на волне 21 см. Исследования в радиодиапазоне не знают ограничений, связанных с межзвездным поглощением света и отсутствием достаточно ярких звезд для «подсветки» облаков в нужном направлении. Нейтральный водород может наблюдаться в любом месте Галактики, где он только есть.

В середине 50-х годов радиоастрономы Лейденской обсерватории провели обзор значительной части неба в ли-

нии 21 см. Впервые была выявлена спиральная структура в распределении межзвездного нейтрального водорода во всем диске Галактики — ранее астрономы с трудом пррслеживали по молодым звездам отдельные «кусочки» рукавов, лежащие не далее 3 кпк от Солнца. Но «звездный час» галактической радиоспектроскопии был еще впереди.

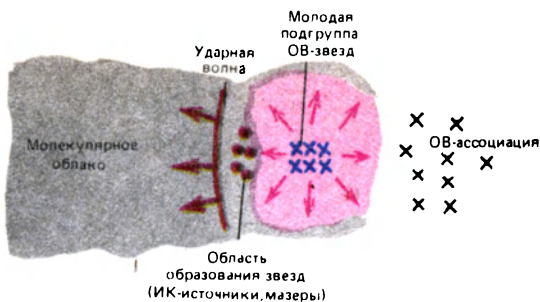
Линия 21 см длительное время была единственной спектральной линией, наблюдавшейся в радиодиапазоне. Однако уже в 1949 г. известный советский астрофизик И. С. Шкловский предсказал возможность наблюдения радиолиний простейших двухатомных молекул в межзвездных облаках. Он показал, что молекула СН (известная в межзвездной среде по своим оптическим линиям) должна излучать радиолинии на волне 9 см. Кроме того, И. С. Шкловский предположил, что можно наблюдать и аналогичные линии молекул ОН (λ 18 см) и SiH (λ 12,5 см).

Поиски линии 18 см ОН (радикал гидроксила) в радиодиапазоне увенчались успехом в 1963 г., когда американские радиоастрономы С. Уайнреб, А. Х. Барретт, М. Л. Микс и Дж. С. Хенри обнаружили ее в направлении на яркий радиоисточник Кассиопея А. Вскоре выяснилось, что профили линий 21 и 18 см, а также лучевые скорости облаков, определяемые по ним, сходны.

В 1965 г. в линиях ОН 18 см (а на этой волне у гидроксила наблюдается не одна, а целых четыре линии: их частоты 1612, 1665, 1667 и 1720 МГц) было открыто мазерное радиоизлучение из областей активного звездообразования, а в 1967 г. — также из оболочек звезд поздних классов. Обнаружены также мазеры, излучающие в линиях других молекул (H_2O , SiO, CH_3OH).

«ЧЕРНЫЕ ОБЛАКА» В МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЕ

Большой и неожиданной новостью стали опубликованные в 1968 г. работы по наблюдениям в линиях ОН 18 см межзвездных пылевых облаков. У. Госс, работавший тогда в Австралии, провел наблюдения линий поглощения ОН: роль звезд, «подсвечивающих» облака, играли удаленные радиоисточники, излучающие непрерывный спектр. В то же время американский радиоастроном К. Хейлес обнаружил в газопылевых облаках, ранее известных в видимом свете как темные туманности, собственное излучение газа в линиях ОН 18 см. Все наблюдавшиеся Госсом и Хейлесом облака обладали большим поглощением в видимом свете. Температура газа в них гораздо ниже 100 К — величины, стандартной для облаков нейтрального водорода; плотность — от 50 до 500 частиц в $см^3$ (против 1—10 частиц в $см^3$ в облаках H I); полная масса облака — до 1000 M_{\odot} . Примечательно, что статья Хейлеса содержит ссылку на научно-фантастический роман Ф. Хойла «Черное облако» — настолько необычными казались свойства этих объектов. Одно из облаков, исследованных Хейлесом, оказалось во многих отношениях типичным темным облаком, и за ним в астрономической литературе закрепилось название «Облако Хейлес 2».

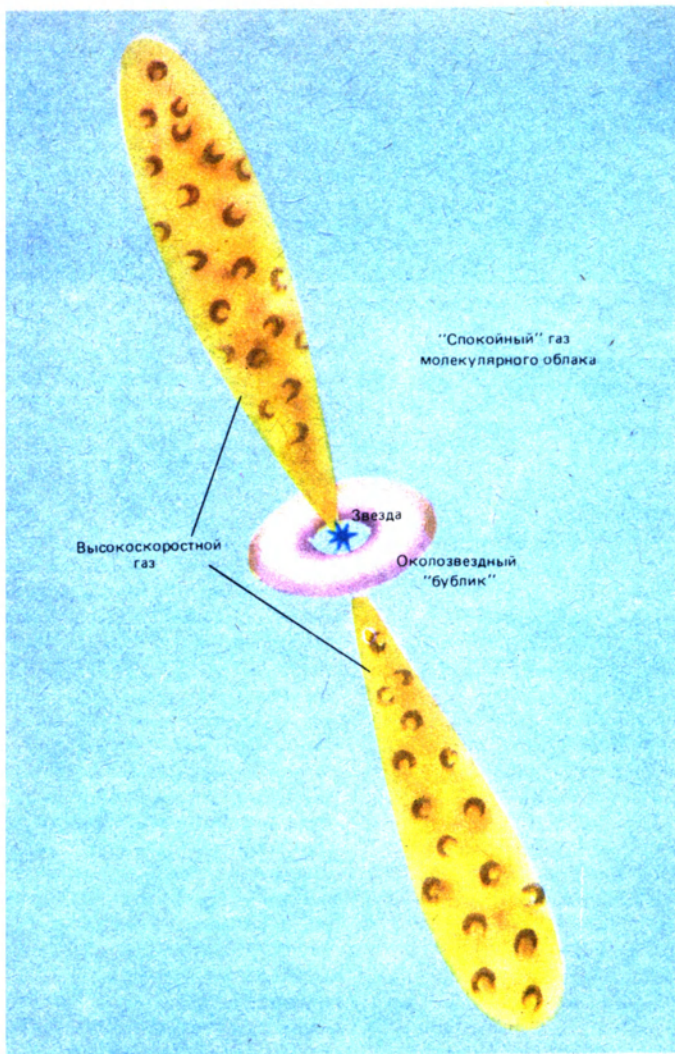


Последовательное образование звезд в молекулярном облаке, предложенное американскими астрофизиками Б. Элмегрином и Ч. Ладой в 1976 г.

Уже тогда, в конце 60-х годов стало ясно, что в межзвездной среде могут существовать облака газа, защищенные скоплениями пыли от ультрафиолетового излучения звезд. Космические лучи также не могут проникнуть в «недра» этих плотных облаков и прогреть их, а значит, и не могут помешать формированию там достаточно сложных молекул. Не прошло и десятилетия, как благодаря успехам радиоастрономической спектроскопии в облаках действительно были обнаружены сложные молекулы.

В более теплых областях межзвездной среды, расположенных в непосредственной близости от «новорожденных» звезд, были найдены космические мазеры на молекулах водяного пара (H_2O); это произошло в 1968 г. Сразу же последовало открытие молекул аммиака (NH_3), затем формальдегида (H_2CO), окиси углерода (CO), метилового спирта (CH_3OH) и многих других молекул.

Особенно удачной находкой для радиоастрономов оказалась молекула CO. Эта молекула устойчива к разрушающему воздействию



Образование биполярного выброса из молодой звезды

ультрафиолетового излучения.

У СО наблюдается несколько линий, возникающих при переходах между состояниями молекулы с различной энергией ее вращения. Наиболее интенсивны линии $J=1-0$ ($\lambda=2,6$ мм), $J=2-1$ ($\lambda=1,3$ мм) и $J=3-2$ ($\lambda=0,65$ мм)¹. Наблю-

¹ Переход $Z=1-0$ происходит между первым возбужденным и основным вращательным уровнями молекулы, переход $Z=2-1$ — между вторым и первым и т. д.

дения всех трех линий в каком-либо межзвездном облаке дают возможность определить одновременно температуру и плотность газа; следовательно, молекулы СО (а также и некоторые другие, широко распространенные молекулы, например, аммиак) представляют собой полезный инструмент для исследований физических условий в межзвездном газе.

ОБЛАКА-ГИГАНТЫ!

В середине 1970-х годов на 11-метровой антенне миллиметровых волн Националь-

ной радиоастрономической обсерватории США был проведен систематический обзор в линии СО $J=1-0$ для полосы неба вдоль галактического экватора. Было обнаружено множество облаков межзвездного газа. Результаты этого обзора позволили в 1975 г. американским радиоастрономам А. А. Старку и Л. Блитцу выявить совершенно **новый класс межзвездных облаков**. Прежде всего, их массы оказались неожиданно велики. У ранее известных облаков типичные значения масс составляли несколько сотен масс Солнца и только в отдельных случаях превышали $10^3 M_{\odot}$. У облаков, найденных в линии СО, они достигали $10^5 M_{\odot}$, а у отдельных «рекордсменов» (как, например, облако вблизи радиоисточников Стрелец В2) — даже $10^7 M_{\odot}$. Поглощение света в них было очень велико — до десятков звездных величин. Размеры облаков СО также оказались значительно больше, чем водородных — до 100 пк. Отсюда и возникло название нового класса облаков — **«гигантские молекулярные облака» (ГМО)**.

ГМО сосредоточены там же, где и основная масса межзвездного газа — в галактическом диске. Встречаются они и вблизи центра Галактики, и на расстояниях до 18 кпк от него. Но основная зона обитания ГМО — пояс от 4 до 8 кпк, называемый «молекулярным кольцом Галактики». Облака атомарного газа, наблюдаемые в линии 21 см, напротив, сосредоточены, в основном, на окраинах Галактики. Всего в нашей звездной системе насчитывается до 6 тыс. ГМО суммарной массой от 1 до 3 млрд M_{\odot} . Эти облака заключают в себе более 50 % массы галактического межзвездного газа.

К настоящему времени в межзвездных облаках обнаружено свыше семидесяти различных химических соединений. Среди них такие органические молекулы, как муравьиная и уксусная кислоты, уксусный альдегид, диметиловый эфир, этиловый спирт и многие др. Есть молекулы, содержащие азот, кремний, серу (HCN, NO, HNO, SO, NS, SiO и т. д.).

Несмотря на такое разнообразие молекул, уже найденных в межзвездной среде, многие из них — редкие, почти экзотические составляющие межзвездного газа и встречаются в одном — двух самых крупных молекулярных облаках. Но есть и «вездесущие» молекулы, наблюдаемые по всему галактическому диску, в первую очередь CO, CN, CH, CS, OH, HCO⁺. Большинство этих молекул неустойчивы в земных условиях. Однако при межзвездной плотности газа (а для нас даже самое плотное межзвездное облако — глубокий вакуум) они могут существовать достаточно долго.

К сожалению, самый распространенный в ГМО молекулярный водород (H₂) — одновременно и самый недоступный для прямых наблюдений. У H₂ нет спектральных линий в радиодиапазоне. А линии, которые могли бы наблюдаться в поглощении в спектрах фоновых звезд, лежат в дальней ультрафиолетовой области ($\lambda < 1100\text{Å}$), где поглощение особенно велико. Поэтому ультрафиолетовые линии H₂ наблюдались для относительно небольшого числа более прозрачных облаков. Исследования показали, что доля атомов H, входящих в молекулы водорода, составляет от нескольких процентов в более светлых обла-



ках до 50 % в самых темных из наблюдавшихся. Можно предположить, что во внутренних областях ГМО весь водород находится в молекулярной форме. Интересно, что самые плотные молекулярные облака на картах излучения в линии 21 см атомарного водорода выглядят как «дырки», т. е. атомарного газа в ГМО действительно очень мало.

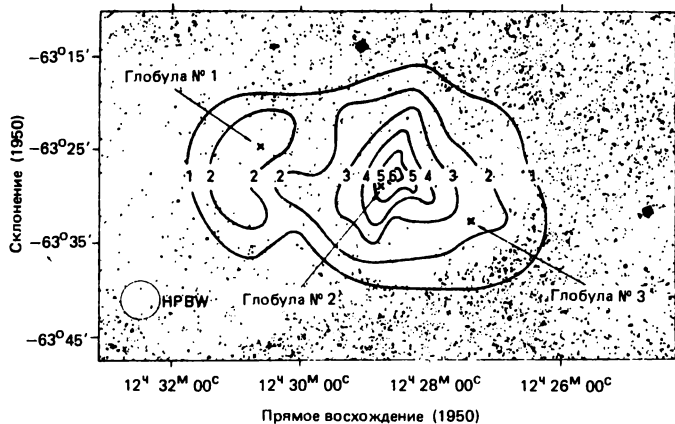
Однозначно отождествить наблюдаемую радиолинию довольно трудно, и многие из отождествлений по сей день остаются спорными. Поэтому назвать точное число разновидностей молекул, найденных в межзвездной среде затруднительно.

Интересна история с открытием молекулы HCO⁺. Несколько лет не удавалось отождествить сильную линию на волне 3,9 мм, излучаемую многими ГМО; таинственное вещество, дающее линию, было названо «х-оген» («молекула икс»). Впрочем, вскоре ее постигла та же судьба, что и загадочные элементы «коро-

Темные глобулы, обнаруженные южноафриканским астрономом А. Д. Теккереем в начале 50-х гг. в эмиссионной туманности IC 2944. Это также маленькие плотные молекулярные облака

ний» и «небулий»: с помощью квантовомеханических расчетов установили, что линия принадлежит молекулярному иону HCO⁺, который, как выяснилось, играет в ГМО важную роль промежуточного звена в формировании более сложных молекул. И лишь в 1990 г. в лаборатории удалось получить HCO⁺ и измерить их радиоспектр, полностью подтвердивший правильность отождествления. Таким образом, ГМО — еще и естественная физическая лаборатория, позволяющая исследовать молекулы, не существующие в земных условиях.

Наиболее тяжелая молекула из наблюдавшихся в межзвездной среде — HC₁₁N, открытая канадскими радиоастрономами М. Беллом и Х. Мэттьюсом в 1985 г. в



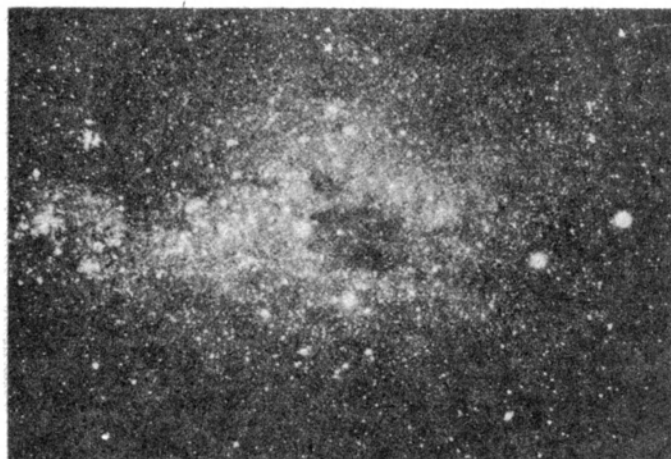
Темные глобулы в области Южного Угольного Мешка. На фотографию наложена карта распределения молекул формальдегида, полученная в линии H_2CO на волне 6 см австралийскими радиоастрономами Дж. В. Бруксом, М. В. Синклером и Г. А. Мэйнфилдом

$\equiv C-(C)_n C \equiv N$, где $n=0, 1, 2, \dots$ В межзвездной среде, кроме $HC_{11}N$, уже найдены HCN , HC_3N , HC_5N , HC_7N , HC_9N .

Мы так подробно остановились на этом семействе молекул потому, что они играют важную роль в понижении химических процессов

ванием в газофазных реакциях: лишь некоторые молекулы требуют для своего образования привлечения «пылевого» механизма. В числе этих немногих — самая распространенная в темных облаках молекула H_2 .

Цианополиновые молекулы в газовой фазе образуются достаточно легко. Но при малой плотности газа и редкости столкновений молекул с «нужными партнерами» требуется значительное время для формирования в большом количестве более сложных членов цианополинового ряда. По относительному содержанию цианополинов можно оценить возраст молекулярных облаков: чем старше облако, тем больше в нем тяжелых цианополиновых молекул (HC_5N , HC_7N), т. е. цианополины — это «химические часы для ГМО».



Снимок Южного Угольного Мешка — темной туманности, расположенной на фоне Млечного Пути, вблизи созвездия Южный Крест

в темных межзвездных облаках. Большинство молекул может образовываться в результате реакций, проходящих в газовой фазе среды облака, т. е. при непосредственных столкновениях «свободно плавающих» молекул. Другая возможность — образование молекул на поверхностях межзвездных пылинок. Исследования показывают, что содержание большинства наблюдавшихся молекул может быть объяснено их образо-

Общая формула цианополинов такова: $H-(C \equiv C)_n C \equiv N$

«ПОРТРЕТ» МОЛЕКУЛЯРНОГО ОБЛАКА

ГМО, удаленные от Солнца на несколько килопарсек, «выглядят» на «радионебе» как маленькие пятнышки размером не более нескольких минут дуги. Поэтому до последнего времени удавалось подробно исследовать внутреннее строение лишь самых близких из них. Особенно много работ было посвящено облаку, связанному со знаменитой туманностью в созвездии Ориона (облако OMC-1) и находящемуся в 500 пк от Солнца.

Облака оказались сильно неоднородными по всем параметрам: плотности, температуре и составу молекул. Есть относительно прозрачные для видимого света, сравнительно теплые ($T \sim 100$ K) с бедным набором молекул (CO , OH). В большинстве своем это облака, знакомые нам по исследованиям в водородной линии

21 см — газ в них находится преимущественно в атомарной форме. Поглощение видимого света пылью в них невелико — несколько звездных величин. Существует мнение, что такие более прозрачные облака образуют как бы внешнюю оболочку для ГМО — фазу, промежуточную между плотным, холодным газом ГМО и горячим межоблачным газом.

Более темные облака холоднее, плотность газа в их недрах выше, а поглощение света составляет уже десятки звездных величин. На небе наиболее близкие из них видны как «угольные мешки» — темные, почти беззвездные области Млечного Пути. Внутри многих ГМО есть плотные сгустки, или как их еще называют, «ядра» молекулярных облаков. Если внутри облака что-то все-таки удастся разглядеть в видимом свете, тогда ядро проявляет себя как **глобула** — маленькая круглая темная туманность размером не больше одного парсека. Внутри ядра особенно темно и холодно (до 10 К!), а концентрация газа достигает 10^6 см^{-3} . Как тут не вспомнить рассказ Айзека Азимова «Возьмите спичку» о звездолете, попавшем по ошибке вглубь молекулярного облака — кругом ни звездочки, ориентировки никакой, а вместо чистого водорода для топлива — только гидроксил и формальдегид!

ЗВЕДООБРАЗОВАНИЕ В ГМО

И хотя ГМО интересны сами по себе, особенно важна их роль в обновлении звездного населения Галактики. Как выяснилось, ГМО и их скопления — настоящие «фабрики» по производству звезд. Столь массивные образования как ГМО оказываются гравитационно неустойчивыми и подверженными

гравитационному коллапсу. При этом возникают чрезвычайно плотные сгустки газа и пыли (часто наблюдаемые в виде плотных «ядер» облаков) — зародыши будущих звезд. Как говорилось выше, внутри ГМО холодно и темно — но лишь до поры до времени, пока не начнут образовываться звезды. Сколлапсировавшие сгустки газа превращаются в протозвезды, которые разогреваются за счет гравитационной энергии сжавшегося вещества. Когда же в центре протозвезды начинаются ядерные реакции, т. е. появляется собственный источник энергии — она превращается в «настоящую» звезду. «Новорожденная» первое время окутана пылью и может наблюдаться только как компактный источник инфракрасного излучения и мазерного радиоизлучения в линиях молекул H_2O и OH . Звезда ионизует окружающий газ и образует плотную компактную область HII — радиосточник малых угловых размеров. В дальнейшем звезда освободится от «скорлупы», в которой родилась, и разрушит родительское облако.

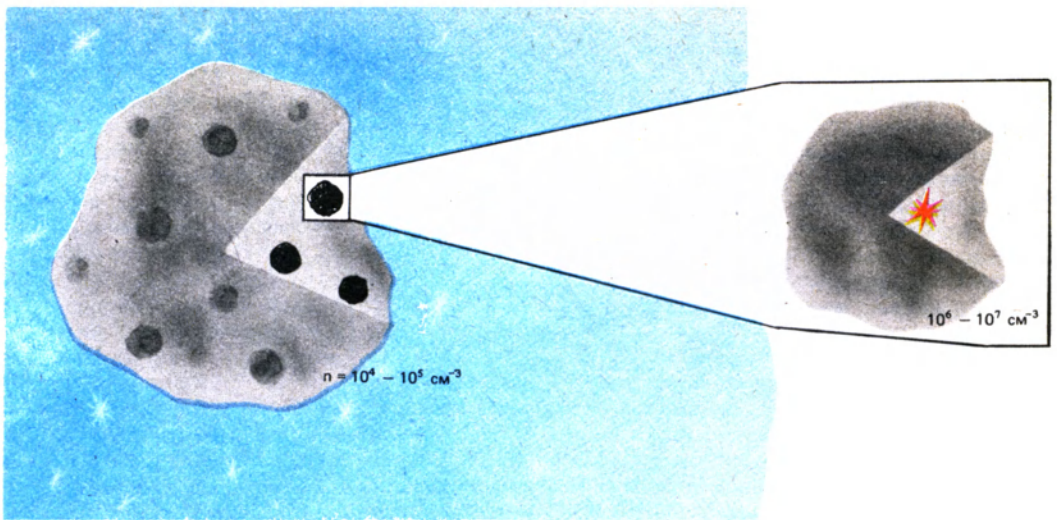
Существуют, правда, силы, способные на некоторое время сохранить облако, удерживать его от коллапса — это вращение, магнитное поле и турбулентные (хаотические) движения газа в облаке. Но стоит где-нибудь в облаке родиться хотя бы несколько звезд, как процесс звездообразования приобретает лавинообразный характер. Наиболее массивные из возникших звезд начинают взрываться как сверхновые. Ударные волны, расходящиеся от сверхновых, и звездный ветер, дующий от их менее массивных и более долговечных «сестер», обжимают неоднородности в облаке и стимулируют их коллапс и образование новых звезд. Через десяток миллионов лет

остатки облака будут разметаны, звездообразование в нем прекратится, и на месте бывшего облака останется ассоциация молодых звезд.

Спустя еще десятки миллионов лет где-нибудь в соседней области газ, оставшийся от облаков, а также потерянный звездами в ходе их эволюции, опять соберется в ГМО, вновь начнется звездообразование, и цикл повторится. ГМО, как установил советский астроном Ю. Н. Ефремов, составляют вместе со звездными ассоциациями и гигантскими областями HII , огромные звездно-газовые комплексы размерами свыше 1 кпк. Из таких комплексов построены рукава нашей Галактики и значительная часть других спиральных галактик (Земля и Вселенная, 1991, № 2, с. 9.).

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ «ФОНТАНЫ» ВНУТРИ ОБЛАКОВ

Одна из интересных особенностей ГМО, обнаруженная в последние годы, — высокоскоростные молекулярные течения вблизи молодых звездных объектов. Течения исходят из одного центра (в котором, вероятно, находится звезда) в виде двух узких, противоположно направленных струй. За эту структуру течения иногда называются **биполярными** (т. е. как бы исходящими из двух полюсов звезды). Скорости течения газа в струях относительно окружающего «спокойного» (невозмущенного) вещества молекулярного облака бывают от нескольких км/с до десятков и даже сотен км/с. Выбросы тянутся на расстояния достигающие в некоторых случаях 2 пк. Источники выбросов глубоко погружены в молекулярные облака и крайне редко наблюдаются как оптические звезды (обычно в центре выбросов обнаружи-



вается источник инфракрасного излучения или компактный радиисточник). Когда выброс происходит вблизи границы, облако может «прорваться», и тогда становится видимой сама звезда, породившая выброс (примером служат молодые переменные звезды PV Цефея и R Единорога).

Пока не выяснен до конца механизм, приводящий в движение огромные массы межзвездного газа. Одно из вероятных объяснений таково: это может быть звездный ветер, испускаемый молодым объектом. Коллимация выбросов (т. е. придание им формы узких конусов), возможно, производится массивным диском из газа и пыли — остатком родительского молекулярного ядра, в котором образовалась звезда. Диск пропускает звездный ветер лишь в направлении своих полюсов и не пропускает его в поперечном направлении — отсюда направленность течения вдоль оси диска. Толстые околозвездные диски, имеющие форму бублика, действительно наблюдаются в излучении молекулярных

Ранняя стадия звездообразования в молекулярном облаке. Справа показано отдельное сгущение (глобула), в котором зарождается звезда. Глобула непрозрачна, поэтому молодая звезда на первых порах может наблюдаться как ИК-источник и, иногда, как молекулярный ма-
зер

линий вокруг некоторых молодых звезд.

Явления биполярного истечения из молодых звезд очень напоминают (правда, в меньших масштабах) джеты и ядер выбросы из квазаров и ядер активных галактик (наблюдаемые как двойные радиисточники с разлетом компонентов), а также знаменитый объект SS433 с двумя релятивистскими струями (Земля и Вселенная, 1991, № 4, с. 20). И в квазарах, и в SS433 коллимация выбросов, вероятно всего, также возникает благодаря толстому аккреционному диску вокруг центрального объекта.

Биполярные выбросы вносят существенный вклад в

турбулентность межзвездных облаков, препятствуя их коллапсу и массовому образованию «новорожденных» звезд. Так проявляется процесс саморегуляции звездообразования.

Безусловно, обнаружение гигантских молекулярных облаков и множества молекулярных соединений в них — одно из выдающихся открытий в современной астрономии. Им наука обязана в первую очередь радиоастрономии. Только в радиодиапазоне (и, может быть, еще в инфракрасных лучах) можно заглянуть внутрь ГМО, совершенно непрозрачных для видимого света.

В связи с обнаружением множества органических молекул в ГМО возник вопрос: а не могла ли в межзвездной среде зародиться жизнь? Кирпичики, из которых строятся белки (основа живых организмов) — аминокислоты. Предпринимались попытки обнаружить межзвездные линии молекулы глицина $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$ — простейшей аминокислоты, содержащей всего 10 атомов. Пока поиск не увенчался успехом. Слишком медленно идет в меж-

звездном газе усложнение химических соединений. Время жизни облаков ограничено сотнями миллионов лет. За этот срок, по-видимому, в них не успевают образовываться соединения сложнее HC_{11}N . Для зарождения жизни нужны более высокие температуры и плотности, условия, стабильные на протяжении миллиарда лет, жидкая вода. Для этого лучше всего подходят планеты, ко-

торые, несомненно, есть у многих звезд, и жизнь, конечно, нужно искать в первую очередь там.

Впрочем, межзвездные молекулярные облака все же могли оказать существенное влияние на химическую эволюцию Земли. При прохождении Солнечной системы сквозь молекулярное облако на 1 см^2 земной поверхности могло выпасть до 10^{14} органических молекул (HCN

или даже более сложных). За несколько таких прохождений Земля могла собрать богатую коллекцию готовых органических веществ, многие из которых необходимы для образования аминокислот, белков и т. д., что, возможно, значительно ускорило (или даже стимулировало) зарождение жизни на нашей планете.

Информация

Второе рождение звезд в старом скоплении!

Звездные скопления всегда привлекали внимание исследователей эволюции звезд тем, что все входящие в них звезды имеют одинаковый возраст. В скоплениях старше 30 млн лет никогда не наблюдается межзвездного газа, а значит, считали ученые, и рождение новых звезд в них исключено. Однако, недавно одно из самых старых и хорошо изученных рассеянных скоплений — NGC 188, находящееся в созвездии Цефея, преподнесло сюрприз: в нем было обнаружено сразу семь переменных звезд типа W Большой Медведицы, которые в других старых скоплениях практически не встречаются. Чем же это можно объяснить?

Оптическая переменность звезд типа W Б. Медведицы вызвана тем, что это тесная двойная система. В ней две похожие на наше Солнце звезды обращаются вокруг общего центра масс так близко друг к другу, что почти соприкасаются. Такие системы называют контактными. Очевидно, звезды не могли родиться на

таком близком расстоянии. Сначала они были далеко друг от друга, но со временем под действием приливных сил теряли свой угловой момент и сближались. Расчеты показывают, что после того, как система становится контактной, между звездами начинается обмен массой: вещество с меньшей звезды перетекает на более массивную и частично выбрасывается на периферию системы, образуя вокруг нее газовое кольцо. Если до обмена веществом двойная звезда могла спокойно жить миллиарды лет, то после начала обмена ее эволюция ускоряется, и массивная звезда съедает менее массивную за 200—500 млн лет.

Вот здесь-то и встает проблема: если все звезды скопления родились давно и одновременно, то большая часть из них должна была бы иметь идеально похожие характеристики, чтобы сегодня одновременно подойти к эволюционной стадии типа W Б. Медведицы. Это очень маловероятно. А вот если заметная доля звезд родилась сравнительно недавно, то требования к стандартизации их характеристик, как показали модельные расчеты, будут существенно мягче. Для скопления NGC 188 теория эволюции одиночных и двойных звезд указывает две эпохи звездообразования — 8 и

2,5 млрд лет назад. Большинство наблюдаемых сейчас контактных двойных систем должно было сформироваться именно во втором, сравнительно недавнем, эпизоде звездообразования.

Предположение о повторном рождении звезд в скоплении могло бы объяснить и некоторые другие странности его звездного состава, например, присутствие в нем изрядного количества «моложавых» звезд — «голубых белцев», имеющих нетипично высокую температуру (а значит и более голубой цвет) по сравнению с основной массой звезд. Однако каким же образом в старом скоплении могли родиться звезды? Ведь для этого в нем нет «строительного материала» — межзвездного газа и пыли. Правда, можно предположить почти невероятное: скопление могло встретить на своем пути плотное облако межзвездного газа и захватить его часть. Такие события могут происходить в Галактике крайне редко. Так ведь и пример «омолодившегося» скопления у нас пока только один. Возможно, для исключительного объекта как раз и понадобится исключительно редкий сценарий.

Astronomy and Astrophysics, 1991, **248**, 480.



Программа КБ «Салют»: космические дали или космические миражи?

В. В. ПАЛЛО,
Зам. генерального конструктора
Конструкторское бюро «Салют»

КБ «САЛЮТ»: ВЧЕРА И СЕГОДНЯ

КБ «Салют» ведет свою летопись с марта 1951 г., когда было образовано самолетостроительное предприятие, специализировавшееся на создании тяжелых стратегических бомбардировщиков. Во главе его стал Генеральный конструктор В. М. Ясищев. Под его руководством создавались такие образцы техники, как дальний бомбардировщик ЗМ (М4), эксплуатирующийся, кстати, до сих пор, и первый сверхзвуковой бомбардировщик М50. В 1960 г. предприятие было преобразовано в ракетно-космическое бюро во главе с академиком В. Н. Челомеем. Здесь в 60—70-х годах была создана самая надежная в мире на сегодняшний день (более 200 пусков) ракета-носитель «Протон», и начато производство тяжелых двадцатитонных космических аппаратов. В 70—80-х годах самостоятельно и совместно с НПО «Энергия» были созданы и запущены орбитальные станции «Салют» и «Мир», многие космические аппараты (КА) серии «Космос» (-929, -1267, -1443, -1686), модули «Квант», «Квант-2», «Кристалл». Сейчас готовятся модули «Спектр» и «Природа». В 86—87-х годах был создан



В последние годы мы, наконец, стали «узнавать в лицо» прежде безымянные и безликие предприятия космической промышленности: НПО «Энергия», НПО «Машиностроение», завод им. Хруничева. Есть и конструкторское бюро «Салют», которое, как и другие фирмы, пытается решить многие проблемы, возникшие сейчас перед космонавтикой.

и первый 100-тонный космический аппарат «Полюс», с которым 15 мая 1987 г. проводился первый пуск ракеты-носителя «Энергия». Сегодня предприятием руководит

Генеральный конструктор Д. А. Полухин. Таким образом, спектр задач, решаемых КБ «Салют», — создание ракет-носителей различных классов, разгонных блоков для выведения космических аппаратов (КА) в дальний космос, транспортных кораблей и орбитальных станций, возвращаемых аппаратов и спускаемых капсул, — очень широк.

Ясно, что для запусков этих космических аппаратов требуется еще Центр управления полетом (ЦУП), наблюдательно-измерительные пункты (НИП), находящиеся на территории России, Украины и Казахстана, на кораблях в океане, и многое другое. Поэтому объективно существует необходимость сохранить космическую отрасль общей для всего экономического пространства нашей страны, да и задачи перед космонавтикой должны быть едины. Сейчас нужны, конечно, там, где есть элементы космической отрасли, «республиканские NASA». Их деятельность могла бы координироваться органом вроде Европейского Космического агентства. Доходы же от космической деятельности делились бы пропорционально вкладу в общий комплекс каждой республики.

В то же время, пока бу-

дут создаваться новые формы управления космонавтикой и улаживаться различные вопросы между независимыми государствами, отрасль должна как-то функционировать, а для этого должен остаться хотя бы минимальный уровень финансирования, чтобы высококвалифицированный персонал отрасли не разбежался в поисках денег и работы.

Поэтому КБ «Салют», не ожидая, пока будут решены все эти вопросы, пытается найти собственную «нишу» для своей деятельности, работав в инициативном порядке несколько проектов, которые смогут послужить «кирпичиками» для здания «светлого будущего» советской космонавтики.

ЧТО ЖЕ ЭТО ТАКОЕ — ПРОИЗВОДСТВО В КОСМОСЕ?

По всем признакам — об этом говорят многочисленные эксперименты у нас и за рубежом — близится эра космических заводов, на которых в условиях космического пространства будет организовано производство материалов с улучшенными и новыми свойствами. В настоящее время ведутся эксперименты в СССР на автоматическом КА «Фотон», на орбитальном комплексе «Мир» (Земля и Вселенная, 1991, № 6, с. 34.), и на Западе — во время полетов многоразового корабля «Спейс Шаттл». На подходе — специализированные аппараты для исследований и экспериментального производства в космосе небольших количеств материалов с улучшенными свойствами: «НИКА-Т» в СССР, «Eureca» в Западной Европе и «Industrial Space Facility» (Промышленное Космическое устройство) в США.

Полученные к настоящему времени образцы материалов имеют существенно луч-

шие свойства по сравнению с изготавливаемыми в наземных условиях, однако экономическая целесообразность производства того или иного материала в космосе пока не подтверждена окончательно. Это связано — помимо высоких затрат на доставку груза на орбиту и обратно — с несовершенством существующих установок и неотработанностью технологических процессов.

Для успешного производства материалов в космосе необходимо выполнение нескольких условий: факторов космического пространства (невесомость, вакуум), требований технологического процесса (минимальный уровень перегрузок, мощная энергетика, длительность процесса), возможности оборудования.

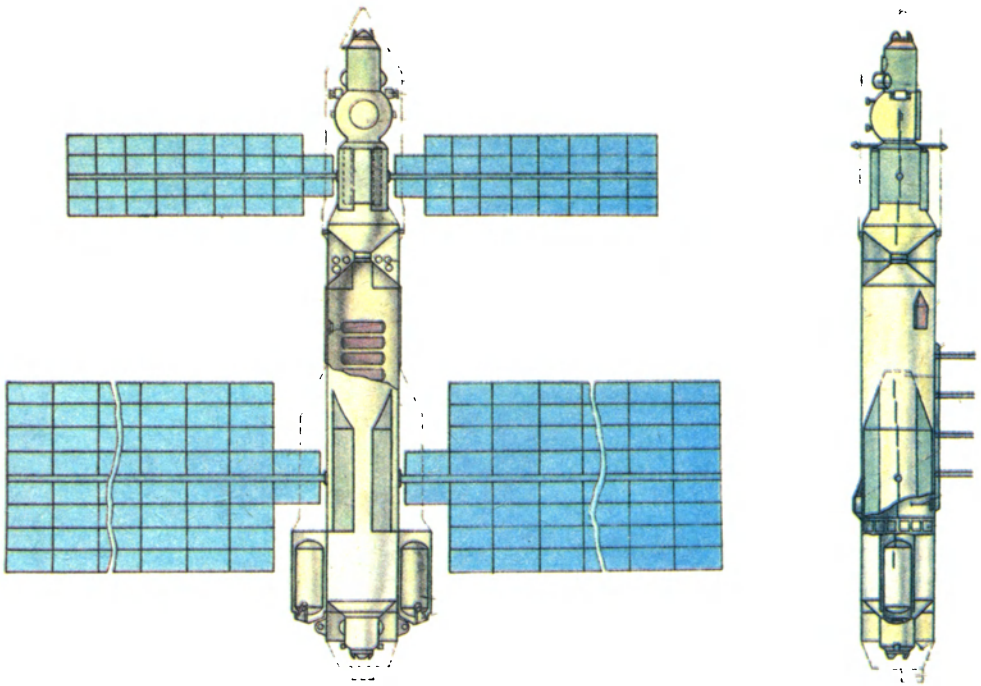
Исследователи в области материаловедения, биотехнологии и физики жидкости предъявляют довольно жесткие требования к «качеству» невесомости. Реальная невесомость на борту космического аппарата (КА) определяется множеством факторов естественного и искусственного происхождения. Поэтому, идеальная невесомость может быть достигнута лишь в точках, совпадающих с траекторией центра масс аппарата. Любое отклонение от центра вызывает гравитационный градиент, увеличивающийся с удалением от траектории центра масс. Практически это означает, что нужно расположить все технологические установки в центре масс КА, что, конечно же, невыполнимо. К другим естественным факторам, влияющим на уровень невесомости, относятся вращение КА вокруг центра масс, торможение в остаточной атмосфере Земли и некоторые другие. Однако наиболее неприятны периодические и случайные возмущения от систем корабля и особенно от

экипажа. Из всего этого следует, что для обеспечения невесомости оптимальным КА для развертывания производства в космосе будет, конечно, свободноплатформенная автоматическая платформа. Такой КА может обеспечить уровень гравитационного ускорения не выше 10^{-5} — 10^{-6} g.

Производство материалов для микроэлектроники очень трудоемко, и для него требуется энергопитание в десятки киловатт, причем иногда непрерывно в течение нескольких месяцев. Только при таких мощностях можно, например, получить качественные и нужного диаметра (100 мкм и больше) «образцы». Для сравнения: средняя мощность энергообеспечения орбитальной станции «Мир» составляет всего 3—4 кВт, американского «Шаттла» — 7 кВт.

Разные материалы требуют и разных циклограмм работы технологических установок, их выплавляющих, ведь длительность процессов колеблется от нескольких часов до нескольких месяцев. В перерыве между этими циклами производится коррекция орбиты аппарата, ориентирование солнечных батарей и другие динамические операции.

На борту космического аппарата должны быть средства оперативного возвращения на Землю образцов, полученных в результате технологического процесса. Ими могут быть уже разработанные специальные спускаемые баллистические капсулы. Сохранность материалов в них обеспечивается подбором режима торможения и приземления. Все это время на борту капсулы будет поддерживаться заданный температурно-влажностный режим. Поскольку на борту орбитального завода не будет людей, загрузка материалов производства в капсулы и их отстрел долж-



ны происходить автоматически.

Наконец, желательно, чтобы орбитальный завод работал на орбите в течение 5—10 лет. Все это время нужно поддерживать в рабочем состоянии не только технологические установки, но и сами системы корабля. Это будет возможно сделать, если выполнить КА посещаемым с кратковременным пребыванием экипажа на борту для проведения ремонтно-восстановительных или профилактических работ. Значит, на его борту нужно предусмотреть системы стыковки с транспортными кораблями и жизнедеятельности экипажа.

НЕОБХОДИМ ТЯЖЕЛЫЙ КОРАБЛЬ

Анализ этих требований показал, что их можно удовлетворить только путем создания долгоживущего (~10 лет), тяжелого (~100 т), автоматизированного посещаемого космиче-

ского аппарата, оснащенного мощной энергетикой (~60 кВт). Проект такого корабля уже разработан. Он получил название «технологический модуль производственный», сокращенно ТМП. Этот 100-тонный аппарат может быть запущен с по-

мощью ракеты-носителя «Энергия», стартовая масса — 101 т, масса на орбите — 88 т, масса технологического оборудования и расходуемых материалов — 25 т; время функционирования — 5 лет, мощность электроснабжения (напряжение 28,5 В) — 5—12 кВт, при напряжении 115 В — 26—57 кВт. Орбита: высота 380—400 км, наклонение — 51,6°. Режим функционирования — автоматический; посещение экипажем — от 1 до 2 раз в год; уровень микрогравитации в зоне технологического оборудования — 10^{-5} — 10^{-6} g

Только при габаритах ТМП и могут быть реализованы те требования, которые предъявляются к орбитальному заводу. При стартовой массе в 101,9 т на рабочую орбиту будет выводиться 88 т, что позволит разместить на борту производственный комплекс с расходуемыми материалами общей массой до 25 т. Предполагается, что основу производственного комплекса составят термоэлектрические печи типа «Кратер», проходящие сейчас испыта-

нию ракеты-носителя «Энергия». Поскольку сама «Энергия» не выносит полезный груз на орбиту, то это должна будет делать двигательная установка самого ТМП. Эта схема уже прошла отработку и получила свое подтверждение в ходе 1-го пуска р-н «Энергия» 15 мая 1987 г. (Земля и Вселенная, 1988, № 4, с. 5.) с использованием КА «Поллюс», опыт создания которого и лег в основу проекта ТМП.

Только при габаритах ТМП и могут быть реализованы те требования, которые предъявляются к орбитальному заводу. При стартовой массе в 101,9 т на рабочую орбиту будет выводиться 88 т, что позволит разместить на борту производственный комплекс с расходуемыми материалами общей массой до 25 т. Предполагается, что основу производственного комплекса составят термоэлектрические печи типа «Кратер», проходящие сейчас испыта-

ния на борту комплекса «Мир». Для одновременной работы нескольких технологических установок на борту предусматривается система энергоснабжения повышенной эффективности (напряжение 115 В) на основе солнечных батарей общей площадью 500 м² при средней мощности 35 кВт (расчетная мощность = 60 кВт). Технологические установки разместятся в зоне центра масс аппарата. Значительные размеры завода (длина 40 м) позволят отодвинуть источники вибровозмущений от технологических установок, а автоматизация операций в пределах производственного цикла поможет избежать присутствия людей на борту КА во время процесса «выпечки». Таким образом, устраняются самые существенные из источников вибрации, влияющих на технологический процесс. В сочетании с правильно выбранными режимами ориентации и работы двигательной установки приняты меры обеспечения диапазона ускорений на борту в процессе производства в пределах 10⁻⁵—10⁻⁶ g, что вполне достаточно для достижения высокого качества полученных материалов.

Готовая продукция будет доставляться на Землю спускаемыми капсулами баллистического или планирующего типа, которые вмещают до 140 кг материалов каждая. Загрузка материалов в них будет происходить автоматически с помощью бортового манипулятора. Второй манипулятор переместит капсулы со специального транспортера в шлюзовую камеру, из которой и будет происходить ее выброс по направлению к Земле. В плотных слоях атмосферы она аэродинамически стабилизируется и с помощью парашюта произведет плавный спуск и посадку.

Космонавты смогут рабо-

тать на борту ТМП до 10 суток, а доставлять их, расходуемые материалы и запасное оборудование на борт ТМП должны либо существующие корабли типа «Союз», либо орбитальные самолеты многоцелевой авиационно-космической системы (МАКС), проект которой разработан НПО «Молния» (Земля и Вселенная, 1991, № 3, с. 19). МАКС со-



стоит из разгонного блока с орбитальным самолетом (вторая ступень) и уже существующего самолета-носителя АН-225 «Мрия» (в качестве первой ступени).

Такой орбитальный завод позволит получать и доставлять на Землю от 1 до 2 т материалов в год.

Сейчас все готово для реализации этого проекта, так как в основе его лежат уже освоенные элементы. Конечно, некоторые проблемы преодолимы. На создание такого завода потребуется шесть — семь лет. Кому же нужен этот завод? Для ответа на этот вопрос придется немного отвлечься от техники. Стоимость его создания, т. е. сумма, которую придется затратить в период рабочего проектирования, изготовления, испытания и

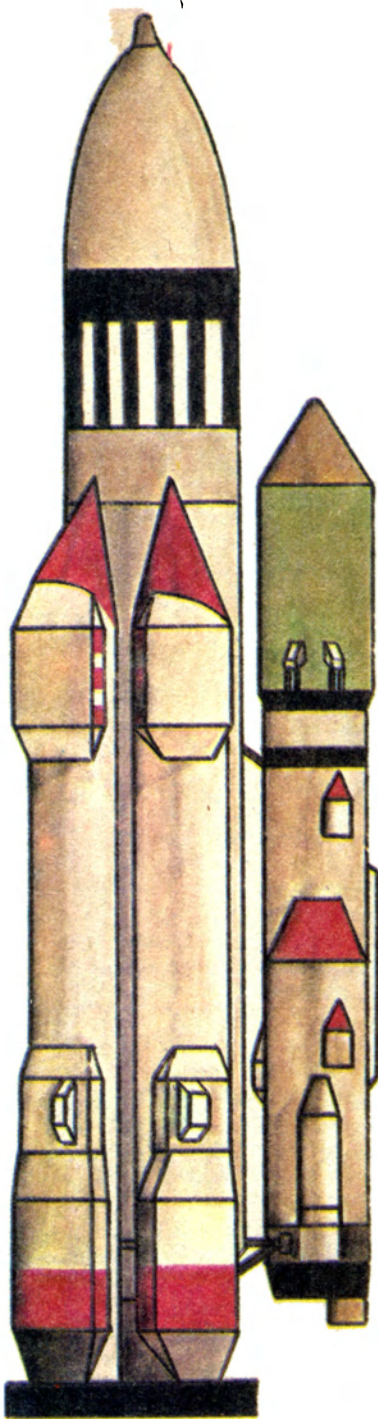
Технологическая установка модуля ТМП

эксплуатации, а это около 15 лет, составляет, по оценкам КБ «Салют», около 1,5 млрд руб. (в ценах 1990 г.).

Это большие затраты и для того, чтобы оценить, окупятся ли они, придется поговорить о материалах, производимых на борту завода.

ЧТО МОЖЕТ ОРБИТАЛЬНЫЙ ЗАВОД?

В настоящее время для получения нового качества приборов в микроэлектронике, в лазерной и инфракрасной технике требуются материалы с новым качеством. Их



Модуль ТМГ укреплен на раке-
те-носителе

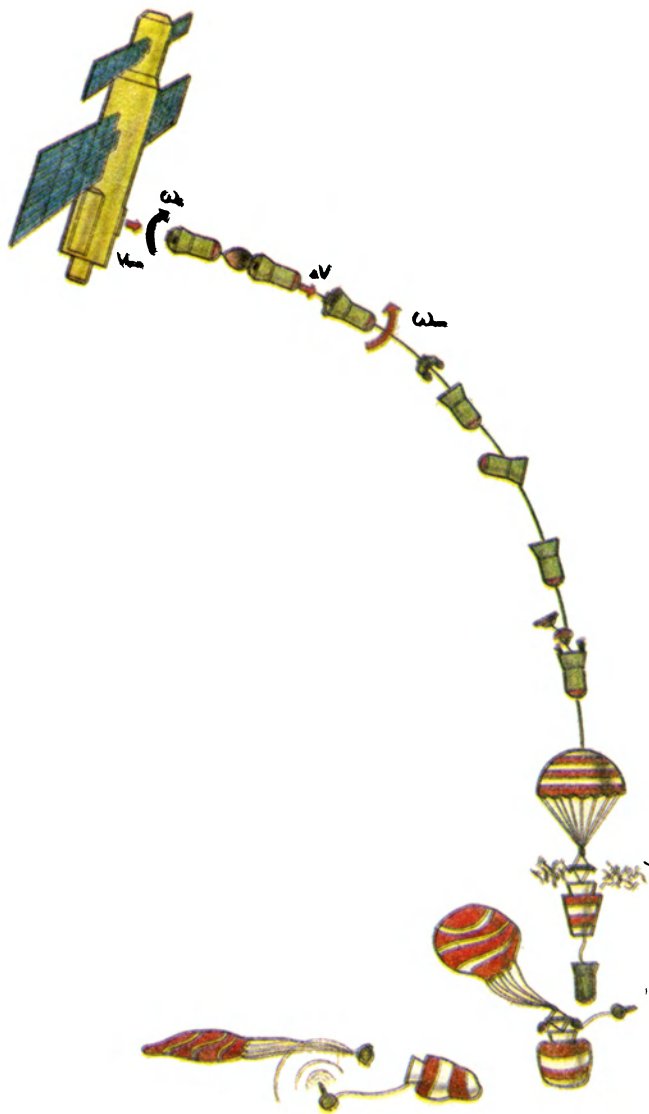
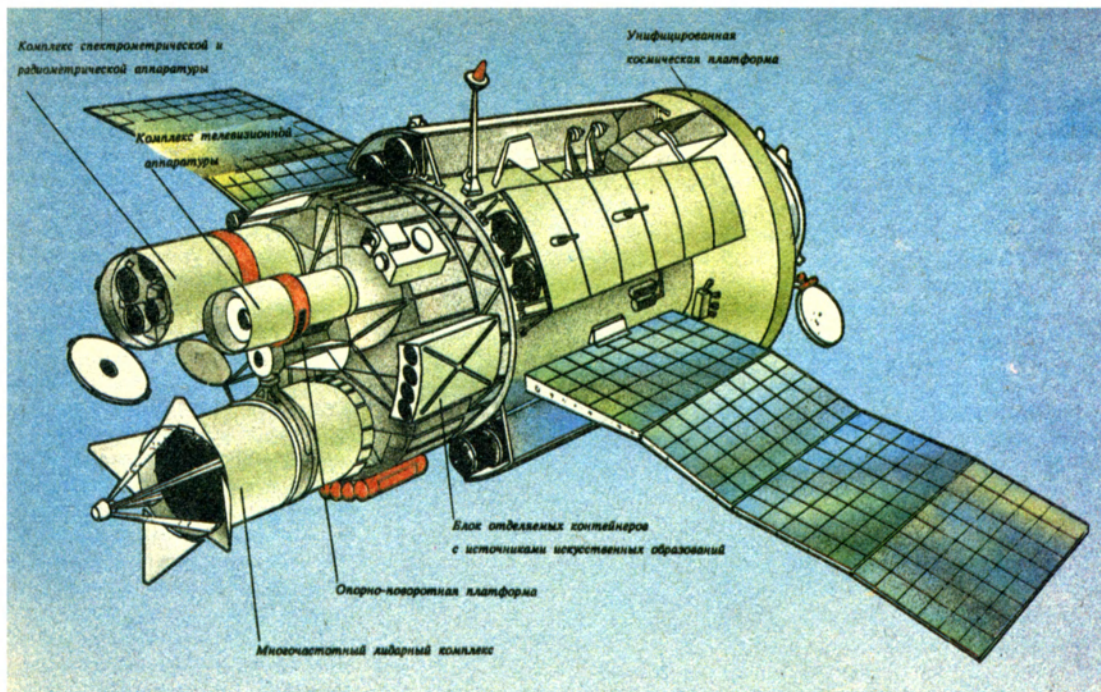


Схема функционирования спус-
каемых капсул модуля ТМГ

круг в настоящее время об-
рисован довольно четко: гер-
маний, кремний, арсенид
галлия, окись цинка, сульфид
кадмия, теллурид кадмия,
дийодид ртути, сплав МРТ
(марганец — ртуть — тел-
лур), может быть, и др.
Для оптической промышлен-
ности возможно изготовле-
ние плоских оптических сте-
кол-граданов, получение ко-
торых принципиально не-
доступно на Земле. Нако-
нец, в области биотехноло-
гии невесомость позволяет

получить кристаллы протеи-
нов, а из лекарственных
средств наиболее привлека-
тельно получение большого
количества высокоэффектив-
ных препаратов для терапии
диабета, рака, анемии, бо-
лезней роста у детей и дру-
гих недугов.

Так вот, на еще не сложив-
шемся рынке этих материа-



лов — как внутреннем, так и мировом — конъюнктура очень изменчива: сегодня, кажется, нужно производить одни материалы, а на завтра ситуация меняется. Поэтому цены, по которым могут быть проданы полученные материалы, меняются в очень больших пределах.

Поэтому для обеспечения гарантированного экономического эффекта нужно производить на борту завода разные материалы, по гибкой программе работ производственного комплекса, нацеленного на получение максимальной прибыли. Но даже самые осторожные подсчеты говорят о том, что затраты в течение 5 лет эксплуатации будут с лихвой, как минимум вдвое, перекрыты доходами от продажи полученных материалов (и это без учета возможной стоимости биопрепаратов — здесь колебания в ценах слишком значительны).

Для реализации этой программы необходимы заказчики. Каково же положение

Проект орбитальной станции «Теллура-ЭКО». Ракета-носитель «Протон», масса станции ~20 т, масса полезного груза — до 10 т, энергообеспечение в непрерывном режиме до 5 кВт. Орбита: высота — 400—450 км, наклонение — 52°, 65°, 72°. На борту станции универсальный многочастотный лидарный комплекс: длина волны излучения 10,6; 1,06; 0,76 мкм, 0,3—0,5 мкм, энергия импульса — 1—10 Дж, длительность импульса 0,01—1,0 мкс, максимальная частота импульса — 50 Гц, угол сканирования до 50°. Полоса обзора: в режиме обзора 800×9000 км, в режиме зондирования фронтальных процессов — 800×100 км.

ние с ними?

Оказывается, бывший Минэлектронпром предпочитал вкладывать средства — и гораздо большие, чем требуются на орбитальный завод — в развитие и усовершенствование наземной технологии этих же материалов.

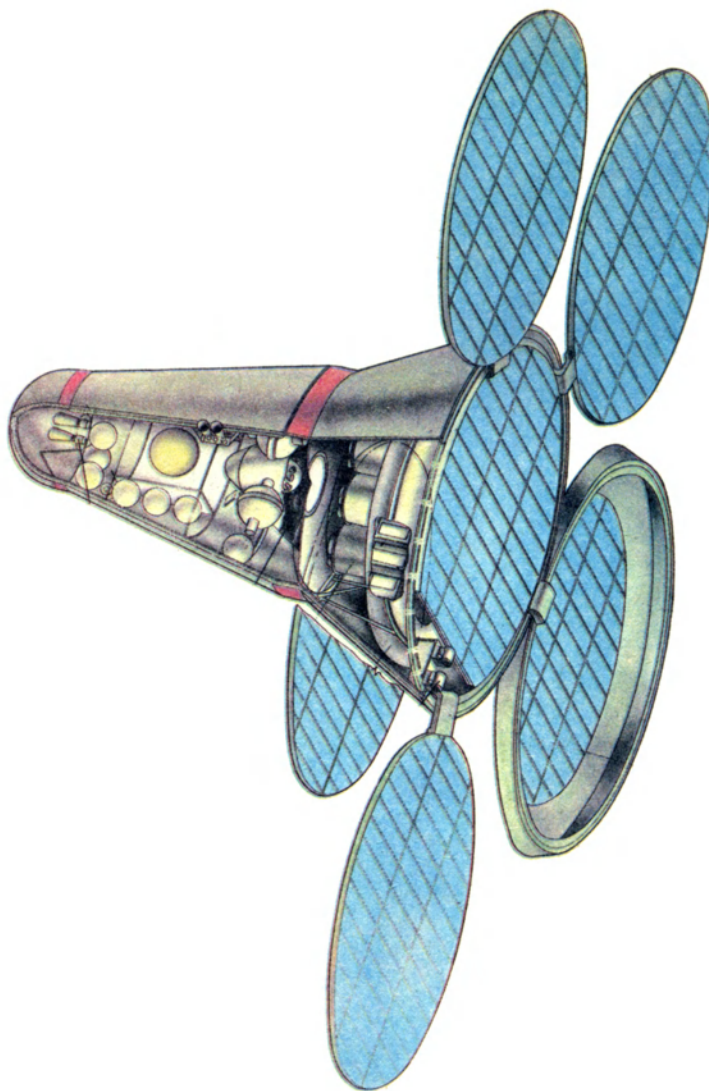
У медиков другая проблема — даже получив с орби-

ты перспективные лекарственные материалы, они должны затратить не менее 3—5 лет, чтобы превратить полученные материалы в лекарства.

Таким образом, ни один из потенциальных заказчиков не желает авансировать, казалось бы, перспективный проект.

Понимая сложность проблемы финансирования работ, Конструкторское бюро «Салют» предлагает свою программу постепенного развития космического производства.

Во-первых, использовать для целей отработки технологических процессов в космосе ракеты, снимаемые с боевого дежурства в соответствии с договором между СССР и США о сокращении стратегических вооружений. Вместо боеголовки на такую ракету можно поставить 1,2-тонный космический аппарат, будучи выведенным на невысокую орбиту, ненадолго (от 45 мин до 6 ч) сможет создать ус-



Технологический возвращаемый модуль «Орфар» ракета-носитель «Протон», масса КА на орбите ~20 т, масса технологического оборудования — до 2 т. Орбита: высота — 400—450 км, наклонение — 51,6°, мощность энергоснабжения — 5—12 кВт, длительность одного полета — до 1 г, количество повторных запусков — 10, производительность технологического оборудования за один полет — до 600 кг

ловия для, например, отработки биотехнологии. За это время может быть получено до 50 г высокочистых биоматериалов, возвращаемых на

Землю в спускаемой капсуле. Такой проект достаточно прост и дешев и может быть реализован уже в 1993—1994 гг.

Во-вторых, создать 20-тонные автоматические КА, запускаемые РН «Протон» на орбиту высотой до 500 км со сроком существования до 5 лет. Из 20 т общей массы КА порядка 10 т может быть использовано для решения различных научно-исследовательских и экспериментальных работ, опытного и полупромышленного произ-

водства медико-биологических препаратов и особо чистых веществ, отдельных материалов для оптико-электронной промышленности. КБ «Салют» проработало два варианта таких аппаратов: КА «Технология» и КА «Орфар» («орбитальный фармацевт»). У КА «Технология» уже имеется прототип — модуль «Кристалл», ныне работающий в составе комплекса «Мир» на орбите. Возвращение на Землю готовой продукции вместе с технологическими установками предусмотрено при помощи малых и крупногабаритных спускаемых капсул, которые можно использовать повторно. КА «Орфар» выполнен по другой схеме — это целиком возвращаемый аппарат. Его достоинство — многократное использование (до 10 раз) почти всего аппарата вместе с технологическими установками, которые перестраиваются и загружаются исходным продуктом во время пребывания на Земле.

Стоимость создания каждого из этих аппаратов сравнима со стоимостью ныне летающего модуля «Кристалл». Проект «Орфар» сложнее в отработке (спуск с орбиты большого корабля), но зато эффективнее и гибче в эксплуатации. Создать каждый из них вполне реально за 4—5 лет — ведь технический задел имеется.

Таким образом, выстраивается следующая программа:

1. К существующему КА «Фотон» со сроком существования 2 недели, с которого возвращается 60 кг нагрузки, добавляется короткоживущий (до 6 ч) 1,2-тонник, спускающий на Землю до 100 кг груза.

2. Затем будет, возможно, создан КА «Ника-Т», возможности которого будут шире: длительность существования до 6 мес, грузоподъемность — до 2 т, энергооснащенность порядка 5 кВт

и масса спускаемого груза — 1200 кг.

3. На летающем комплексе «Мир» продолжается отработка методик получения материалов и собственно технологических установок с использованием экипажа.

4. 20-тонные корабли «Технология» и «Орфар» составят следующий класс космических аппаратов. Длительности полета (до 5 лет) и энерговооруженности (9 кВт) и меньшие виброперегрузки создадут новые возможности производства. На них уже можно попробовать различные сочетания технологических установок и материалов с целью освоения опытного производства.

5. И, наконец, как логическое завершение всех усилий, — «орбитальный завод» с отработанными в автоматическом режиме установками и с полупромышленными масштабами производства.

Конечно, возможны и дополнения к этой программе со стороны других фирм, также ищущих применения своим возможностям.

Помимо описанных и включенных в программу КБ «Салют» разработало еще один проект на базе «20-тонников».

Многоцелевая космическая станция «Теллура-ЭКО»

может стать принципиально новым средством в комплексном изучении и контроле за состоянием природной среды — земной поверхности, околоземной среды и околоземного космического пространства. Впервые предусматривается использование на борту КА универсального многоцелостного лидарного комплекса для дистанционного зондирования Земли. КА «Теллура-ЭКО» имеет массу 20 т, из них масса полезного груза до 10 т с энергообеспечением в непрерывном режиме до 5 кВт. Он запускается с помощью РН «Протон» на рабочую орбиту высотой 400—450 км с различным наклоном (52° , 65° , 72°). Этот КА может быть создан до 1995 г. и затем эксплуатироваться в течение 5 лет. В сравнении с тем, что теряет наше общество из-за недостаточной информации о процессах, происходящих на Земле и в околоземном пространстве, в том числе и из-за деятельности человека, затраты на его создание невелики. К примеру, даже использование информации о уже существующих космических средствах позволяет получить в народном хозяйстве экономический эффект, оце-

ниваемый в сотни миллионов рублей.

Эта станция разработана на базе ранее созданных в КБ «Салют» и успешно эксплуатируемых КА 20-тонного класса. Вообще же на этой основе могут создаваться самые разные по назначению космические аппараты. Они состоят из двух основных частей: специальной, которая включает в себя оборудование, выполняющее целевые, научно-исследовательские или производственные задачи, и служебной — собственно унифицированной космической платформы. В специальной части возможно расположить любую полезную нагрузку массой до 6 т.

Можно было бы еще много говорить о возможностях использования космических аппаратов, создаваемых в КБ «Салют», в частности, для спутниковой связи всех видов, остро необходимой на огромных пространствах страны, но выполнимость всех этих проектов на сегодня зависит только от финансирования, т. е. от наличия реальных заказчиков. Если же они не появятся, космические дали, открывавшие прежде всего КБ «Салют», легко превратятся в космические миражи.

Новый независимый научный журнал

ГИПОТЕЗА

Публикуются работы по естественным и гуманитарным наукам.

Принципы отбора:

— расхождение с господствующими парадигмами;

— соответствие обычным научным критериям, включая возможность экспериментальной проверки.

Продается в магазинах «Академкнига» г. Москвы, рассылается по заявкам частных лиц и организаций.

Адрес редакции: 117313, Москва, а/я 129.

Телефон: 138-61-06.

Каспийское море: проблемы и прогнозы

Р. К. КЛИГЕ,
доктор географических наук
Московский государственный университет

Этот уникальный внутриконтинентальный водоем, величайшее бессточное море-озеро, расположен в крупной материковой депрессии ниже уровня Мирового океана на 28 м. Площадь его составляет около 18 % водного зеркала всех озер мира. Каспий относится к глубочайшим озерам Земли, а по объему воды — это самое крупное озеро, питающееся стоком более сотни рек.

Благодаря своим огромным размерам бассейн Каспия почти полностью определяет водно-климатический



режим на обширных пространствах Евразийского континента. Важнейшую роль он играет и в хозяйственной жизни региона.

Еще недавно уровень воды в Каспии понижался. А сегодня море наступает на свои берега, разрушая промышленные и жилые постройки, дороги, затоплявая сельскохозяйственные угодья. В чем же причина столь агрессивного наступления? Были ли подобные события в прошлом, и что ждет Каспий в будущем?

ВОДНЫЙ БАЛАНС

Приведем некоторые цифры. Приток речных вод в Каспий составляет сейчас 79 % общей приходной части водного баланса. Примерно 20,2 % воды вносят атмосферные осадки и лишь около 0,8 % — подземные воды. Расходная доля водного баланса — это главным образом испарение с водной поверхности, составляющее 97 %. И только очень небольшая часть вод (3 %) стекает из Каспия в залив Кара-Богаз-Гол.

Уровень такого крупного бессточного озера, как Каспийское море, служит как бы естественным интегратором климатических условий, которые определяют соотно-

шение притока воды в озеро и его расхода. Любые отклонения уровня моря от установившегося равновесного состояния при изменении климата суммируются до тех пор, пока баланс воды в озере не приблизится к нулю. А происходит это за счет изменения площади, определяющей объем испарения:

$$\text{Площадь Каспия} = \frac{\text{Приток поверхностных вод}}{\text{Испарение} - \text{Осадки}}$$

Таким образом, установленному соотношению приходной и расходной части баланса отвечает строго определенная площадь моря. Поэтому если даже произойдут какие-то геологические процессы, способные изменить объем чаши моря и по-

низить его уровень, то довольно быстро восстановится общая площадь моря, соответствующая данным климатическим условиям. В то же время искусственное уменьшение площади будет способствовать повышению уровня моря, тогда как повышение уровня моря может быть вызвано также сокращением расходной части водного баланса. Это произошло, например, когда в 1980 г. перекрыли сток вод из моря, ликвидировав пролив Кара-Богаз-Гол.

КАСПИЙ В ПРОШЛОМ

Чтобы понять закономерности, по которым изменяется водный режим Каспийско-

го моря, и дать те или иные прогнозы на будущее, необходимо хорошо знать историю бассейна. Анализ положения древних береговых линий и данные о их возрасте, полученные радиометрическим и историко-археологическим методами, позволяют произвести реконструкцию колебаний Каспийского моря в древности.

На месте Каспия около 17 млн лет назад располагалось гигантское Сарматское море, имевшее связь с океаном. Простиралось оно от Карпат до гор Средней Азии и занимало юг Украины, Черное, Каспийское и Аральское моря. Площадь его, вероятно, составляла более 3 млн км². 6 млн лет назад в результате активизации тектонических процессов она значительно сократилась, и на месте моря образовалось три крупных водоема — Каспийский, Черноморский и Паннонский (территория Среднедунайской низменности). Вероятно, около 3 млн лет назад Каспий окончательно отделился от Черного моря.

Анализ сохранившихся древних береговых форм и высотных отметок побережья, а также сопоставление террасовых образований с геохронологическими схемами позволяют представить характер уровня режима Каспия и за последние 500 тыс. лет. В течение этого времени общая амплитуда его колебаний могла, вероятно, превышать 300 м. Достаточно четко прослеживается и общая тенденция к снижению уровня моря в среднем примерно на 25 см в тысячелетие. Такое снижение было связано в первую очередь с тектоническими условиями — постепенным поднятием всего Евразийского континента.

В прошлом крупные подъемы уровня Каспийского моря, или трансгрессии водного режима, происходили в период сильных похолоданий,

когда на Земле развивались мощные ледниковые системы, частично захватывавшие и Каспийский бассейн. Во время таких крупных трансгрессий, как ранне- или позднечазарская (200 и 100 тыс. лет назад) и раннехвалынская (40—50 тыс. лет назад), часть вод Каспия могла стекать через Кума-Манычский пролив в Черное море. Одновременно воды могли притекать и из Средней Азии по долине Узоя, где возник режим повышенной водности.

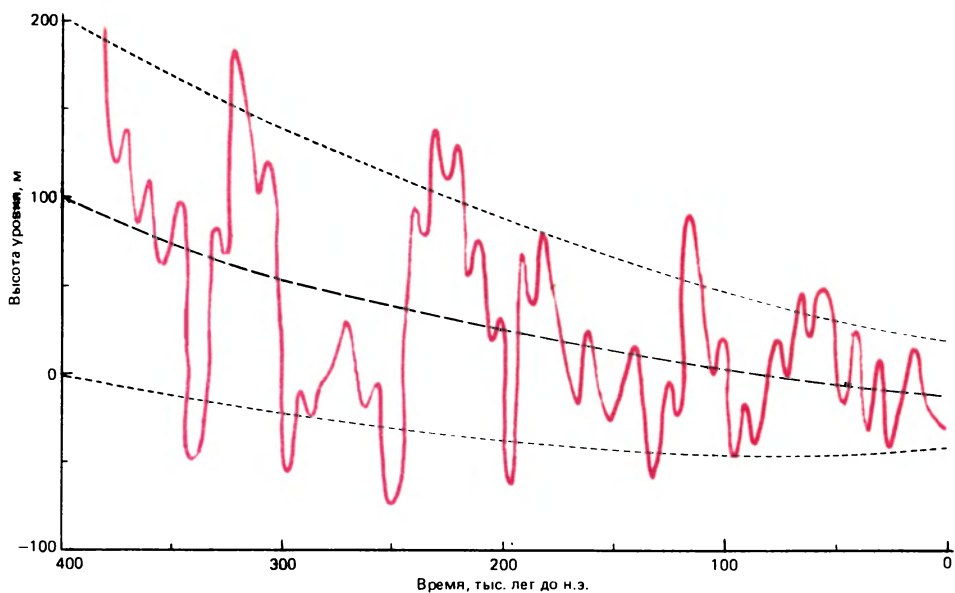
40—50 тыс. лет назад, когда температура воздуха, вероятно, была ниже современной на 5—10 °С, уровень Каспия поднимался более

Границы Каспийского моря в прошлые эпохи

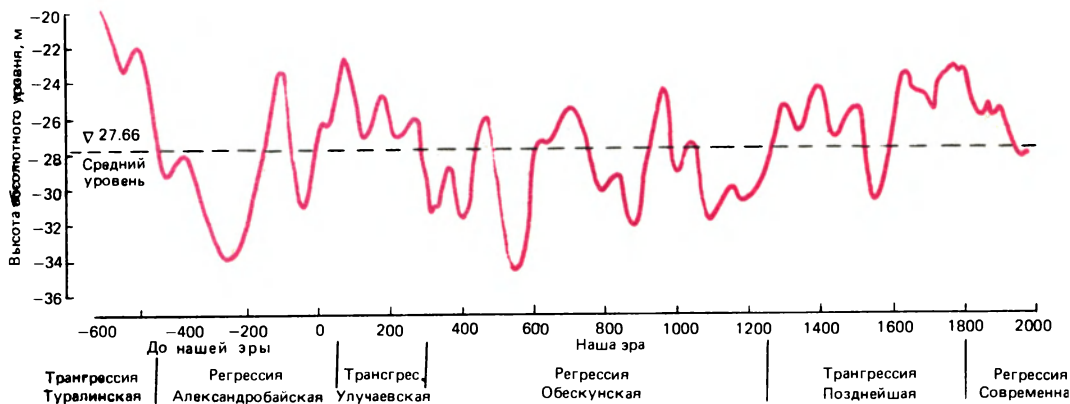


чем на 75 м по отношению к современному. В этот период площадь моря была почти втрое больше современной, а объем его мог вдвое превышать нынешний. Речной сток в Каспий также был вдвое больше. Что же касается испарения с морской поверхности, то оно в тот холодный период было меньше в полтора раза.

Бывали в истории Каспия и периоды его резкого усыхания, обычно совпадавшие с крупными потеплениями климата. В период лихвин-голштейн (около 350 тыс. лет



а



б

назад) или в микулинское межледниковье (около 130 тыс. лет назад) уровень Каспийского моря устанавливался на 40—50 м ниже современного. Лучшее всего изучено изменение водного режима Каспия начиная с поздневалдайского оледенения (10—20 тыс. лет назад). В это время на Земле началось общее потепление климата, постепенно исчезли ледники, и уровень

Изменение уровня Каспийского моря в древнейшие эпохи (а) и в историческое время (б)

Каспия стал снижаться со средней скоростью 3 мм в год. Минимальные отметки уровня (около 35 м ниже уровня океана), вероятно, относятся к Избербашскому регрессивному периоду (около 3 тыс. лет до н. э.).

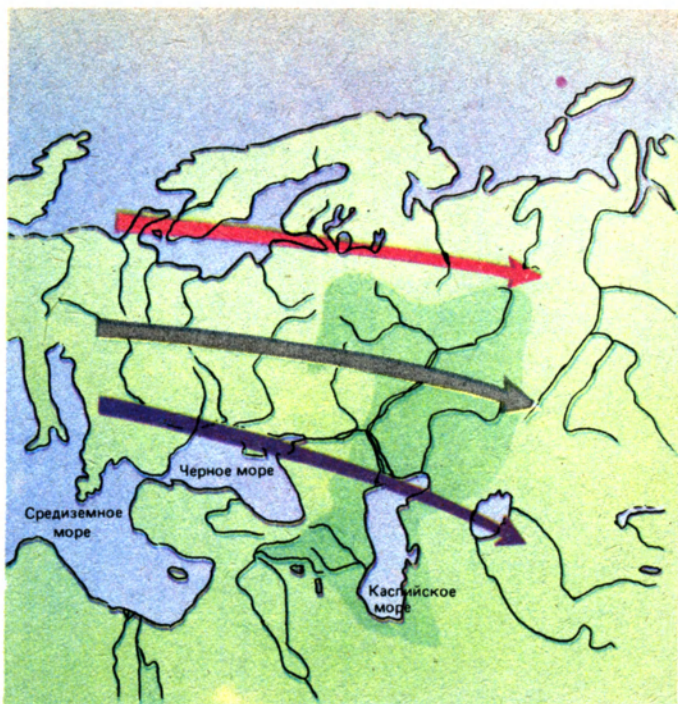
Именно с этих пор, на фоне отдельных спадов и подъемов, уровень Каспия приобретает тенденцию к росту — со средней скоростью около 14 см в столетие.

Как изменялся режим Каспийского моря за последние 2,5 тыс. лет? Об этом мы узнаем из исторических материалов — старых морских карт, записей путешественников, старинных рисунков и планов портовых го-

родов, данных археологических раскопок. И оказывается, что самые высокие уровни моря в этот период достигали отметок 20 м ниже уровня океана (напомним, что современное значение — 28 м), а самые низкие — 34 и 35 м ниже уровня океана.

Сейчас известно, что и на протяжении последнего тысячелетия уровень моря довольно сильно колебался. Вначале он был достаточно высоким — 23—29 м ниже уровня океана, затем постепенно снижался. К концу VI в. он приблизился к отметке 35 м; вероятно, это был самый низкий уровень за историческое время. Повышение уровня Каспийского моря, скорее всего, было характерно для VII—VIII и X вв., низкий уровень — для XI и первой половины XII в. Во второй половине XII в. начинается стабильный его подъем, который с определенными колебаниями продолжался почти семь столетий и был связан с общим похолоданием на Евразийском континенте, наступлением малого ледникового периода. В это время увеличилось количество атмосферных осадков в бассейне Волги, а вследствие понижения температуры воздуха уменьшилось испарение.

На колебания уровня Каспия влияют особенности циркуляции в атмосфере над Евразийским континентом. Хорошо известно, что теплый влажный воздух в бассейне Каспийского моря приносят циклоны с Атлантики. В периоды похолодания пути циклонов обычно смещаются в более южные районы, вплоть до Черного моря, и тогда на юге Каспийского бассейна выпадает несколько больше осадков; в центральной же и северной части бассейна, наоборот, осадки сократятся при снижении общего испарения. Из-за сокращения количества осадков и



испарения в бассейне Волги, которая в основном питает влагой Каспийское море, уровень Каспия стабилизируется и может даже несколько снизиться. Похолодание отступает, и пути циклонов смещаются к центральной части Каспийского бассейна. В результате больше увлажняется волжский бассейн, питание моря постепенно возрастает, и уровень его повышается. При более сильном потеплении пути циклонов смещаются на северные окраины Каспийского бассейна. Реки начинают мелесть, в море поступает меньше воды, испарение с его поверхности быстро возрастает из-за повышения температуры воздуха. В результате уровень моря падает.

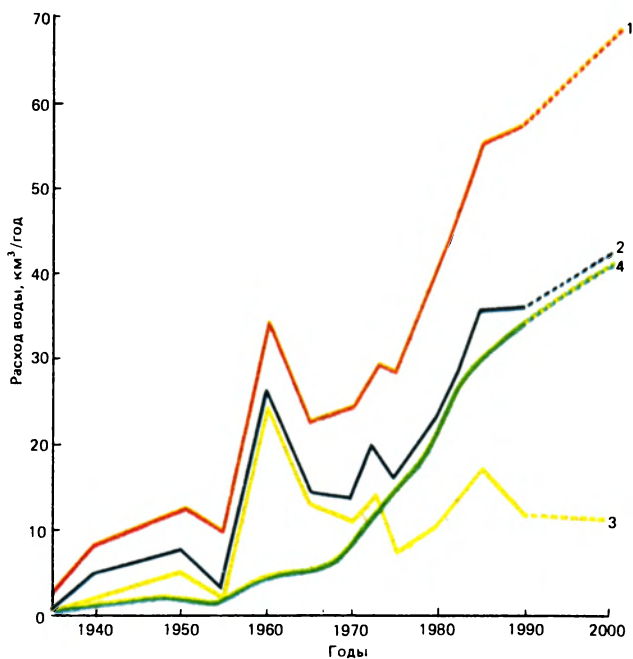
СОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМ

С 1882 по 1977 гг., несмотря на отдельные колебания, наблюдалось **постепенное снижение уровня Каспия.**

Прохождение основной массы циклонов над бассейном Каспийского моря в период потепления (красная стрелка), похолодания (коричневая стрелка) и в промежуточную фазу (серая стрелка)

Оно было связано с особенностями развития климатических процессов; с 1861 по 1960 гг. температура воздуха в бассейне моря повысилась в среднем на 1,0—1,5 °С, а температура верхнего слоя воды — почти на 1 °С.

Исследования, проведенные под руководством известного советского климатолога члена-корреспондента АН СССР М. И. Будыко, показали: в этот период на фоне потепления количество осадков на большей части недостаточно увлажненной южноевропейской территории страны могло снижаться на



Рост безвозвратного потребления речных вод в Каспийском бассейне (1), увеличение изъятия воды из Волги (2), потери воды из-за создания водохранилищ (3), потери из-за забора воды на орошение (4). Пунктир — прогноз до 2000 г.

10—15 %, а в зимнее время и на 38 %. В значительной степени такое снижение определялось спадом интенсивности атмосферной циркуляции, смещением путей циклонов и уменьшением общего количества влаги, поступающей во внутриконтинентальные области (одновременно увеличивалась испаряемость с территории суши). Крупные изменения в текущем столетии произошли и в многолетнем режиме речного стока. Из-за естественного изменения климата и антропогенного воздействия сток сокращался во внутриконтинентальные области — с территории Азии на 34 %, с европейской территории на 16 %.

В последние 20—30 лет на состоянии Каспийского бассейна и бессточных районов Казахстана и Средней Азии особенно сказывается хозяйственная деятельность человека. Это и гидротехническое строительство, и рост промышленного и бытового водопотребления, и интенсивное развитие орошаемого земледелия. Из-за строительства системы каналов и искусственных водоемов поверхностные воды в огромных масштабах перераспределяются по территории, что приводит к изменению влагооборота целых регионов. Из-за антропогенного воздействия и климатических изменений сток Волги у Волгограда с 1956 по 1977 г. уменьшился на 9 %, а сток Урала — на 18 %. Заметные изменения происходят и с другими реками Каспийского бассейна.

Расчеты водного баланса показывают, что если бы хозяйственная деятельность в бассейне Каспия не была столь интенсивной, водный бюджет моря уже с 1955 г.

стал бы положительным, и начался бы постепенный подъем морского уровня. Однако подъем начался почти на 20 лет позднее, в 1978 г. Продолжается он и сейчас: поверхность моря поднялась за последнее время больше чем на 1,5 м. Затопливаются портовые сооружения и другие постройки, дороги, пляжи, народное хозяйство несет большие убытки...

В чем же причина нынешнего наступления Каспия на свои берега? Исследования показали, что крупные нарушения его водного баланса тесно связаны с глобальными колебаниями температурного режима; уровень моря изменяется, задерживаясь на 15—17 лет, вслед за изменением средней глобальной температуры. В последние годы в результате перестройки циркуляционных атмосферных процессов сток с бассейна Волги в море заметно увеличился. Произошли резкие изменения и в процессах испарения. Оно уменьшилось не только из-за климатических изменений, но и из-за существенного антропогенного воздействия на процессы влагооборота в Каспийском бассейне и в Среднеазиатском регионе.

Только в бассейне Аральского моря площадь орошаемых земель в настоящее время превысила 6 млн га; суммарное водопотребление на хозяйственные нужды здесь таково, что приближается к объему естественных водных ресурсов. Основная часть используемых вод безвозвратно теряется при испарении (Земля и Вселенная, 1990, № 3, с. 33.—Ред.). Из Аральского бассейна часть воды через Каракумский канал подается в безводные районы Туркмении и там, опять-таки, полностью испаряется. То же самое происходит при орошении, когда значительная доля поверхностных вод сбрасывает-

ся в бессточные впадины Аркансай и Саракамыш. В результате с 1960 по 1986 гг. объем Аральского моря уменьшился на 450 км³, т. е. примерно на столько же, на сколько сейчас возрос объем Каспия.

Известно, что над территорией нашей страны в умеренных широтах преобладает перенос воздуха с запада на восток. В южных же районах, преимущественно в летнее время, могут господствовать **восточные ветры**. Особенно часто они дуют над южным Казахстаном и Средней Азией в сторону Каспия. Насыщенные влагой ветры движутся вдоль своеобразного «коридора», который связывает среднеазиатский регион с Каспийским морем. «Коридор» проходит через центральные области пустыни Каракум, а его южный участок, прижатый к хребтам Копетдага, — через Главный Туркменский канал. Испаряющаяся с орошаемых земель влага переносится к Каспийскому морю и покрывает его «влажным покрывалом». Тем самым уменьшаются испарение с поверхности моря, а следовательно, повышается его уровень.

Как показывают измерения, влагосодержание воздуха в районе Красноводска за последние 25 лет увеличилось почти на 20 %, причем максимальный его рост пришелся на середину 70-х годов. С ростом влажности воздуха сократилось и испарение с поверхности Каспия, особенно в период 1960—1980 гг. Именно в это время начал подниматься уровень моря.

ЧТО ЖДЕТ КАСПИЙ В БУДУЩЕМ!

Режим Каспийского моря будут определять в первую очередь изменения **глобальных климатических условий** и, конечно, воздействие **хозяйственной деятельности** на



На западном берегу Каспия, вблизи Дербента



Мыс Сатун в Дагестане. Обледование затопляемой полосы побережья



Рыбачий поселок между Дербентом и Турали

природные процессы в его бассейне. Для климатических условий ближайшего столетия решающими могут стать антропогенные изменения климата, происходящие на фоне его естественных колебаний. При этом главная причина нынешнего быстрого потепления климата — накопление в атмосфере «парниковых газов», что в ближайшие десятилетия может привести к еще большему потеплению.

Согласно прогнозам экспертов ООН, в 2025—2050 гг. температура воздуха на Земле в среднем повысится относительно современной на 1,5—4,5 °С; уже к 2000 г., как считают М. И. Будыко, К. Я. Винников, О. А. Дроздов и другие советские климатологи, она возрастет на 1,3 °С по сравнению с началом нашего столетия. Таким

образом, не исключено, что за короткий срок — несколько десятков лет — произойдут климатические изменения, сопоставимые по масштабам с переходом от ледниковых эпох к межледниковью (при естественном развитии природных процессов такие переходы длятся целые тысячелетия).

Самые существенные изменения водного баланса, вызванные потеплением, в первой половине следующего столетия скорее всего произойдут в областях бессточных водоемов. Здесь следует ожидать ускоряющегося иссушения, так как сократятся запасы поверхностных и подземных вод. Это приведет к снижению уровня бессточных водоемов, а некоторые из них просто исчезнут.

Имеющиеся прогнозные данные об изменении гидроклиматических условий позволяют сделать некоторые предварительные расчеты возможных изменений и в

бассейне Каспийского моря. Расчеты эти приводят к следующим выводам.

При усилении современного глобального потепления над европейской территорией нашей страны преобладающие пути циклонов, скорее всего, сместятся к северу, а это должно продлить нынешний период обильного увлажнения северной части Каспийского бассейна и поддержать высокий речной сток в море. Следовательно, уровень Каспия будет повышаться и дальше — вероятно, до 1995—1997 гг.

Дальнейшее потепление постепенно изменит соотношение элементов водного баланса в море. При потеплении на 2—3 °С поступление речных вод в Каспийское море должно возрасти, одновременно возрастут и атмосферные осадки на поверхность моря. В то же время начнет быстро увеличиваться испаряемость с нее. В результате водный баланс Каспия на длительное время может стать отрицательным, а это снизит его уровень более чем на 4 м.

К тому же нельзя не учитывать, что одновременно усилится и антропогенное воздействие на Каспийский бассейн. Общий забор воды на хозяйственные нужды в следующем столетии, по мнению некоторых ученых, может возрасти вдвое. Этот мощный фактор неизбежно вызовет дополнительное снижение уровня Каспия.

ФОТО А. А. ЛУКАШОВА

Биопродуктивность океана: взгляд из космоса

ТАМКОВИЧ Г. М.,

доктор технических наук

УСИКОВ Д. А.,

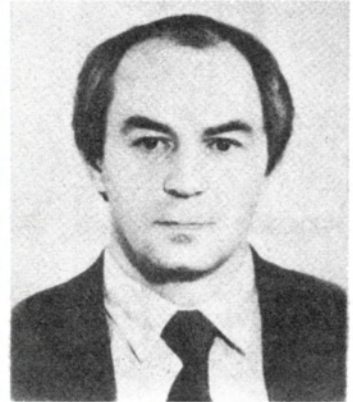
кандидат технических наук

Институт космических исследований РАН



вания космических средств. Десятки спутников следят за поверхностью акваторий, фиксируя самые разные параметры водной среды. Этой информацией активно пользуется множество всевозможных потребителей, в том числе и предприятия, ведущие промысел рыбы и других продуктов моря во всех уголках земного шара.

Однако, существующие в нашей стране системы дистанционного зондирования уже не удовлетворяют их ни своей оперативностью, ни качеством поставляемой информации. Как на существующей элементной и про-



В последнее время изучение Мирового Океана стало немислимым без использо-

граммной базы создать новую систему, вы прочтете на этих страницах.

ЗАДАЧИ И ВОЗМОЖНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ ОКЕАНОЛОГИИ

В глубинах Мирового океана скрыты неисчерпаемые потенциальные возможности развития самых разных отраслей промышленности. Миллиарды тонн хлора, натрия, магния, серы, брома, марганца, железа содержатся в его водах, на каждые шесть тысяч атомов водорода в океане приходится один атом дейтерия — тяжелого изотопа водорода, который будет использоваться в качестве термоядерного топлива. Энергия всех рек Земли в десять раз меньше

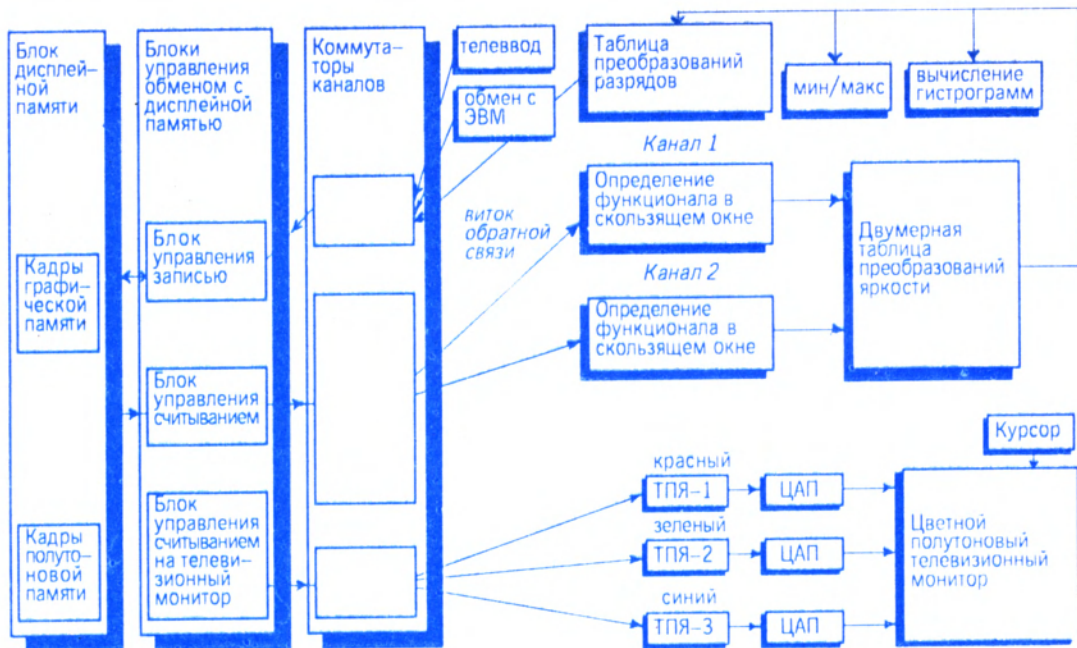
той, которую можно извлечь из морских приливов. Общий объем биомассы оценивается в несколько десятков миллиардов тонн, и один только Атлантический океан «по питательности» эквивалентен нескольким десяткам тысяч годовых урожаев со всей поверхности суши Земли.

Ответить на вопрос, сколько будет пресной воды в предстоящем году и в каком районе океана лучше вести рыбный промысел, помогают наблюдения из космоса, обладающие такими неоспоримыми достоинствами, как глобальность, большая оперативность и громадные

объемы обрабатываемой информации.

Наиболее эффективна при космических съемках в этих целях коротковолновая часть спектра, но, к сожалению, здесь велико искажающее влияние атмосферы, которая чрезвычайно затрудняет дешифрирование космической информации и делает его без применения специальной техники практически невозможным.

При этом следует иметь в виду, что при «корректном» дешифрировании должны быть учтены и условия съемки: высота, угол съемки, наклон к поверхности моря и состояние его поверхности,



Блок-схема дисплейной системы

расположение Солнца и многие другие. Довольно сложная картина распределения характерных признаков изображения объясняется оптическими характеристиками водной массы, особенностями грунта дна, его рельефа, распределением и характером донной растительности. Все это создает трудности при дешифрировании космической информации, и для того, чтобы произвести его, иногда требуется большой объем натурных измерений.

Сравнение информации об одном и том же районе, но полученной в разное время, позволяющее выявлять изменения, происходящие в водной среде. Большое разнообразие и существенная пространственно-временная изменчивость океанологических условий — вот что делает необходимой разработку методов и средств оперативной и качественной обработки космической информации. Для совершенствования новых видов космической съемки, как радиофизическое зондирование, ла-

зерная локация, и для комплексной обработки ее результатов требуется создание автоматизированных систем обработки информации.

Сейчас диапазон электромагнитного спектра, в котором происходит наблюдение акваторий быстро расширяется. К традиционной области видимого света добавляется ближний и дальний инфракрасный (ИК) и сверхвысокочастотный (СВЧ) диапазон. В каждом из них можно определять те или иные характеристики морской поверхности, важные для оценки биопродуктивности района: в видимом диапазоне (0,4—0,7 мкм) — структуру облачного покрова, цветность морской поверхности; в ближнем ИК-диапазоне (1—4 мкм) — цветность морской поверхности; в дальнем ИК-диапазоне (6—14 мкм) — температуру мор-

ской поверхности; в СВЧ-диапазоне (30 мкм — 1 мм) — балльность и направление волнения, скорость ветра у поверхности, соленость воды и температуру морской поверхности. Следует заметить, что радиояркостьная температура, получаемая при зондировании в СВЧ-диапазоне может быть надежно пересчитана в обычную только с использованием дополнительных сведений, таких, как измерения в ИК-диапазоне или с помощью синхронных контактных измерений в опорных точках с помощью буев, станций и т. п. Важную информацию может дать исследование степени поляризованности отраженного излучения.

Поэтому, видимо, получат дальнейшее развитие трассовые, т. е. производящие измерения вдоль трассы съемки спектрометры, имеющие большое число спектральных каналов и работающих совместно с панорамными приборами.

Ясно, что мониторинг биопродуктивности акваторий



должен происходить в темпе реального времени, т. е. информация должна обрабатываться в течение часа и сразу же передаваться потребителю. Следующим шагом развития системы станет непосредственная передача информации на рыболовные суда. Для этого будут создаваться перенастраиваемые приборы, устанавливаемые на борту космических аппаратов (КА), нужный режим работы которых будет задаваться с борта корабля-приемника.

Для удовлетворения перечисленных требований к центрам приема и переработки информации необходимо использовать современные технические средства цифровой обработки изображений. Мы будем различать две конфигурации таких средств в зависимости от их производительности. Первая, более мощная, предназначена для установки на наземных региональных центрах рыбного мониторинга и на флагманах флотилий, а вторая — для установки практически на любых судах.

Структура технических средств регионального центра обработки аэрокосмической информации

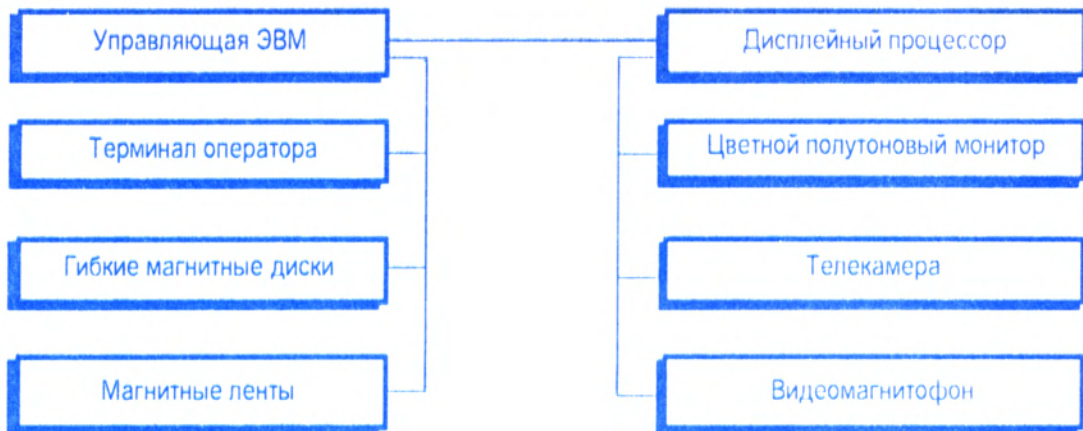
ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ И СТРУКТУРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, РЕГИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

Региональный центр обработки изображений для решения задач рыбного мониторинга производит обработку нескольких уровней:

— Радиометрическая коррекция. На первом этапе обработки значения яркостей преобразуются в абсолютные по калибровочным таблицам, и производится коррекция отдельных помех. Более сложное преобразование происходит при обработке данных, получаемых с бортовых локаторов, особенно с синтезированной апер-

турой. Как показывает опыт обработки таких изображений, получаемых со спутника SEASAT и данные по EARSSEL, пока не существует вычислительных средств, которые позволяли бы надежно и в темпе поступления информации производить сложные математические преобразования на борту КА. Перенос максимального объема обработки на бортовые вычислительные средства значительно разгрузит наземные центры и даст возможность уплотнить передаваемую информацию. Особо следует отметить такие виды бортовой обработки изображений, которые позволяют выделить те или иные участки изображения. Так, для нужд рыбного промысла приборы высокого пространственного разрешения можно использовать для определения степени волнения, статистики пенных образований, мест выхода и параметров внутренних волн, узких границ конвективных ячеек.

Сокращение передаваемой информации достигается за счет того, что на



Землю передаются сведения о наличии тех или иных признаков в достаточно обширных областях (1000×1000 м и более).

— Геометрические преобразования. Из этого уровня следует отметить преобразования в стандартные картографические проекции и привязку координатной сетки. Для наводящихся платформ геометрические преобразования должны использовать в качестве исходных данные целенавещения и баллистические.

К разряду геометрических преобразований относятся также привязка трассовой информации к панорамной и уточнение координат снимков по опорным изображениям на земной поверхности.

Геометрические преобразования предъявляют более высокие требования к производительности вычислительных средств, чем радиометрические. По-видимому, в предстоящем десятилетии геометрическая трансформация в полном объеме не сможет быть проведена на борту КА.

Тематическая интерпретация. В этот уровень входят все последующие уровни обработки, итогом которых является повышение содержательности изображе-

Автоматизированное рабочее место специалиста-интерпретатора космической информации

ний для специалиста-интерпретатора. Апробированы и показали большую эффективность такие функции, как совмещение изображений, полученных в разных спектральных диапазонах с различного рода картами, цветное и пространственное контрастирование. В стадии исследования находятся алгоритмы по определению текстуры изображений.

Поскольку сейчас планируется создание специализированных обитаемых модулей дистанционного зондирования, возникает вопрос о составе технических средств и математического обеспечения бортовой системы обработки. Одной из главных задач космонавта-исследователя будет создание банка изображений акваторий в районах промыслов. При этом он будет регистрировать и сопоставляющую информацию, сообщаемую по запросам капитанами судов.

ДИСПЛЕЙНАЯ СИСТЕМА

Основное специализированное устройство обработки цифровой видеоинформа-

ции — дисплейная система. Она состоит из следующих основных компонентов:

— Блока дисплейной памяти, состоящего из отдельных кадров. Различаются полутонные памяти, содержащие обычно 1 байт/пиксел (элемент изображения) и графические памяти — 1—4 бит/пиксел. Перед тем, как хранящаяся в дисплейной памяти информация будет отображена на экране полутонного монитора, она подвергается каскаду различных преобразований.

— Блока управления считыванием информации, который осуществляет её выбор из дисплейной памяти и поставку в темпе телевизионной развертки для обработки на дисплейных процессорах. Информация может считываться из дисплейной памяти с изменением масштаба. Отдельные кадры могут склеиваться в более крупные, которые, в свою очередь, просматриваются «окном».

— Дисплейных процессоров, осуществляющих цифровые преобразования над потоком видеоинформации, идущей от дисплейной памяти. Преобразованную информацию можно снова записать в дисплейную память, что дает возможность использовать многопроходные,

т. е. позволяющие производить одни и те же операции многократно, алгоритмы обработки. Информация считывается скользящим «окном» и по ней определяется искомым функционал, например, линия заданного направления, причем такие операции можно производить над двумя памятьми одновременно. Полученные таким образом два потока данных преобразуются в один с помощью бинарного процессора. Далее информация поступает в блок вычисления максимума / минимума, данные из которого затем используются для нормировки яркости изображения. Отдельный процессор позволяет за один кадр телевизионной развертки определить изменение распределения яркостей (гистограмму) изображения. Работа над выделенной областью заключается в том, что в графической памяти создается маска области, которая управляет работой дисплейных процессоров, включая или выключая их в зависимости от того, принадлежит текущий элемент изображения области или нет.

Важнейшим элементом дисплейного процессора является таблица преобразований яркостей (ТПЯ), с помощью которой каждому исходному значению яркости ставится в соответствие новое.

КОНФИГУРАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В Институте космических исследований разработан проект перспективного головного центра обработки аэрокосмической информации, основные задачи которого таковы:

— разработка программного обеспечения для отраслевых центров обработки данных;

— решение актуальных народнохозяйственных задач, связанных с использованием аэрокосмической информации;

— создание тематических архивов и баз данных для хранения и систематизации аэрокосмической и сопутствующей информации;

— перспективные научно-методические исследования в области цифровой обработки видеoinформации;

— обучение специалистов отраслей — потребителей методам обработки данных.

Основными показателями, определяющими конфигурацию системы были выбраны следующие:

— информационно - пропускная способность;

— модульность технических средств;

— наличие современных средств преобразования, отображения и хранения видеoinформации;

— возможность организации и развития картографической и обучающей базы данных;

— использование наиболее современных и перспективных технических решений, совместимость отечественных и зарубежных технических средств обработки;

— сбалансированность системы и возможность обеспечения её полной и стабильной загрузки;

— наличие приемной антенны для непосредственного приема информации с космических аппаратов.

Вычислительные средства должны обеспечить современную поточную автоматизированную обработку больших массивов информации и независимую интерактивную работу нескольких коллективов пользователей. Ориентировочные объемы обрабатываемой информации — 100 килобайт в секунду, объем обработки 50—55 арифметических операций на каждый байт информации.

По объему памяти система должна отвечать следующим требованиям:

— память матричного процессора не должна быть меньше 256 Кбайт, память программ 4 Кслов, память констант — 2,5 Кслов, памяти данных с циклом 167 нс надо отдать предпочтение перед более дешевой памятью с циклом 333 нс;

— система визуализации должна содержать не менее 12 кадров $512 \times 512 \times 8$ бит, которые «склеиваются» дисплейным процессором в три страницы 1024×1024 элемента;

— оперативная память центральной ЭВМ должна обеспечивать синхронное выполнение независимых процессов считывания-записи информации с магнитных носителей, «подкачку» информации в матричные процессоры и систему визуализации, обновление и копирование дисковых областей данных, поддержание интерактивной работы пользователей десяти терминалов и удаленных пользователей по системе телекоммуникации. Для этого потребуется 8 Мбайт оперативной памяти, память 4 Мбайта достаточна для поддержания половины указанных процессов;

— дисковая память разделяется на два уровня: локальная база данных для системы визуализации (100—300 Мбайт) и общая база данных при центральной ЭВМ (5—8 Гбайт). Такие объемы общепризнаны как оптимальные в большинстве зарубежных комплексов обработки видеoinформации большой мощности.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ МЕСТО СПЕЦИАЛИСТА- ИНТЕРПРЕТАТОРА

Основная часть работы интерпретатора происходит за дисплейным постом, который может быть включен



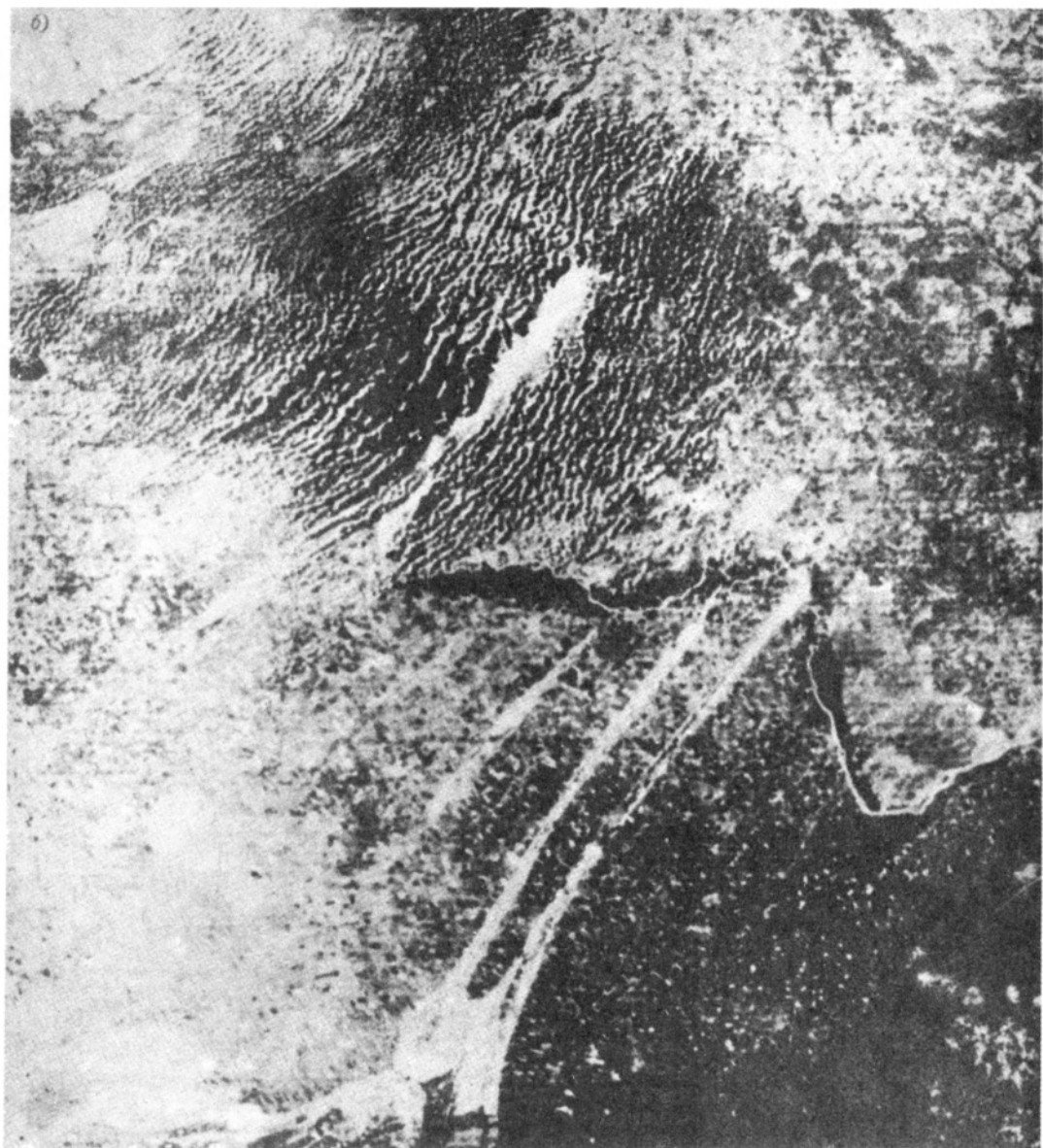
в большую систему, но, видимо, в большинстве случаев, на судах, обитаемых модулях, на наземных станциях обработки такие посты будут существовать автономно. Число автоматизированных рабочих мест, которые могли бы быть созданы в ближайшие годы для решения задач рыбного хозяйства, оценивается в несколько десятков.

Видеопост состоит из дисплейной системы, управляю-

Еще один часто используемый алгоритм — эквализация изображения. Поскольку человеческий глаз устроен таким образом, что сила зрительного ощущения пропорциональна логарифму интенсивности падающего на сетчатку света, для улучшения восприятия стараются, чтобы равномерно распределялись не яркости, а их логарифмы. Слева — изображение до обработки, справа — после.

щей ЭВМ класса «Электроника-60», накопителя на гиб-

ких магнитных дисках, видеомагнитофона, телевизионного ввода и дисплея оператора. Специалист-интерпретатор общается с ЭВМ в режиме диалога, а прикладное математическое обеспечение строится по принципу меню. Несмотря на относительно небольшие вычислительные возможности центрального процессора, система может решать весьма солидный круг задач обработки изображений.



В настоящее время разработан функциональный пакет программ прикладного характера для обработки изображений, на базе которого создаются пакеты для решения тех или иных отраслевых задач. Пакет программ, разработанный в ИКИ для комплекса СВИТ, включает следующие алгоритмы:

1. Геометрическая трансформация изображения: сдвиги, повороты, изменение масштаба, трансформация в

картографические проекции, произвольная трансформация по опорным точкам;

2. Препарирование изображений: устранение точечных помех, устранение строчных помех, эквализация, выравнивание яркостей фотопланов, устранение центрального пятна системы;

3. Гистограммный анализ и фотометрирование: фотометрирование отдельных точек изображения, фотометрирование вдоль заданных

трасс, построение гистограммы яркостей участка произвольной геометрии, построение двумерной гистограммы яркостей;

4. Цветовое преобразование: построение таблиц условных цветов, цветовые преобразования в естественных цветах, вращение цветов, получение черно-белых и цветных негативов;

5. Многозональная классификация: выделение главных компонент, выделение одно-



родных областей, кластерный анализ;

6. Выделение геометрических признаков: дифференцирование изображения, сглаживание изображения, выделение контуров, выделение связных областей, пространственно-частотные преобразования (Фурье, Уолша, Адамара), корреляционный анализ, генерация фильтров для винеровской фильтрации, расчет скользящих моментов;

7. Машинная графика: визуализация одномерных полей в виде графика, визуализация

двумерных полей в аксонометрической проекции. Цифровая обработка скрывает в себе огромные потенциальные возможности по выявлению «скрытой» на первичном изображении информации. Один из наиболее часто применяемых алгоритмов обработки — суммирование двух изображений. Слева — исходное изображение в диапазоне 0,6—0,7 мкм, в центре — изображение того же участка в диапазоне 0,8—1,0 мкм. Справа — сумма двух первых изображений позволила уточнить границы ледяного покрова области (внизу)

лизиация двумерных полей в аксонометрической проекции.

Описанный здесь вариант системы целевого мониторинга и последующей обработки большого количества информации отнюдь не является единственным возможным, и авторы не считают предложенные решения бесспорными. Но в любом случае этот проект помогает осознать сложность задач, стоящих перед создателями системы, дает представление о составе и характеристиках технических средств и показывает, каким образом могут быть решены возникающие проблемы.

Cosmogare necesse est

Л. В. ЛЕСКОВ,
доктор физико-математических наук

НЕСКОЛЬКО СЛОВ О НАЗВАНИИ

Когда-то у древних римлян была поговорка «Navigare necesse est» — мореплавание необходимо. Наверное, они переняли ее у древних народов моря, которым море давало средства для жизни, служило как бы второй средой обитания, определяло их судьбу и строй мыслей. Название статьи «Cosmogare necesse est» пришло мне в голову по аналогии с этим древним изречением. Смысл названия моей статьи очевиден: космонавтика не менее необходима современному человечеству чем мореплавание нашим далеким предкам.

Я в этом убежден, но жизнь наша сложилась так, что сегодня так думают далеко не все. Даже практическая полезность космонавтики у многих вызывает большие сомнения. А уж о том, что продвижение человечества в космос потребует глубокой перестройки всего нашего мировоззрения, обычно никто и не думает.

А ведь само слово «космос» по-гречески означает порядок, гармония, вселенная. Именно такой смысл вкладывал в него в VI в. до н. э. Пифагор, размышляя о системе мироздания. И не случайно, наверное, теперь нередко стали заменять этот ко многому обязывающий термин на словосочетание «космическое пространство», а в англоязычных странах пошли еще дальше, там просто говорят «space» (пространство). А за



В настоящее время отечественную космонавтику приходится уже не только и не столько пропагандировать, сколько защищать. На страницах нашего журнала неоднократно выступали ученые и конструкторы, анализируя создавшееся положение, причины и возможные пути выхода из кризиса, предлагая разные программы развития космонавтики [Земля и Вселенная, 1987, № 5, с. 2; 1990, № 4, с. 8; 1990, № 5, с. 9 и 1991, № 5, с. 3].

Публикуемая статья, автор которой около 40 лет занимается космическими исследованиями и был участником разработки и реализации многих проектов, продолжает дискуссию.

этим словом видится понятие уже совсем узкое: что-то вроде новой мастерской или новой части производствен-

ной среды, которую человечество начинает ставить себе на службу.

Я думаю, что такое отношение к космосу и к космонавтике буквально самоубийственно для цивилизации. Если люди не осознают, куда ведет этот путь, это станет трагедией для человечества.

С узкопрагматическим подходом к космонавтике соседствует и другое рассуждение: чего нет, того и не надо. Жили мы без ваших космических систем — и дальше прекрасно проживем. Тем более, что ваша космонавтика штука дорогая. Вы сначала докажите, что она принесет прибыль, вот тогда и подумаем, стоит ли дальше вкладывать в нее народные миллиарды. Тем более теперь, во времена для нашей страны столь непростые...

С точки зрения житейского здравого смысла, логика, конечно, есть. Но и здесь существуют контраргументы, которые заставляют посмотреть на дело по-иному.

Обо всем этом мне и хочется порассуждать в этой статье.

ФАКТЫ И МИФЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ

Похоже, что с нашей космонавтикой, которая, если верить юбилейным речам, находится на взлете, происходит сегодня то же, что и со всей страной: ее ожидает кризис, в результате которого отечественная космонав-

тика может откатиться назад и сдаться зарубежным конкурентам те передовые позиции, которые она все еще занимает сегодня. Признаюсь честно: произноса это, я более всего хотел бы оказаться плохим пророком.

Окупаются ли сегодня небольшие расходы на космонавтику, приносят ли прибыль космические исследования?

Обратимся к цифрам, опубликованным в нашей печати. В 1989 г. в СССР на космические программы было выделено 6,9 млрд руб, или 1,1 % от национального дохода страны. Распределялись эти средства так: 3,9 млрд руб. — на оборонные цели, 1,3 млрд руб. — на работы по космоплану «Буран», 1,7 млрд руб. — на научные и народнохозяйственные космические исследования (0,3 % от национального дохода). Укажем для сравнения, что в США в 1989 финансовом году расходы на космические программы составили 29,6 млрд долл., или 1,8 % от национального дохода, включая 22,8 млрд на программы Министерства обороны, 3,8 млрд на многообразную транспортную космическую систему «Спейс-Шаттл» и 3 млрд — на научные и народнохозяйственные цели.

Опубликована и еще одна цифра: в 1988 г. от реализации народно-хозяйственных космических программ (спутниковые системы связи, метеорология, навигация и т. д.) мы получили доход около 2 млрд руб. Следовательно, расходы на мирный космос не только окупают себя, но и приносят прибыль, правда, пока не очень большую. В США аналогичные показатели выглядят намного лучше: каждый доллар, вложенный в космические программы, приносит от 7 до 15 долл. прибыли.

Можно ли успокоиться на этом и считать, что опасе-

ния о неэффективности космонавтики лишены оснований? К сожалению, есть факторы, которые заставляют думать, что это не совсем так. Мы ведь почти ничего не знаем о бюджете космических ведомств на 1990 г., ничего не сообщалось и относительно 1991 г. Известно, например, что, выступая на встрече с народными депутатами СССР 24 декабря 1990 г., Б. Н. Ельцин (в то время Председатель Верховного Совета РСФСР) сообщил: в союзном бюджете на 1991 г. на космические программы предполагается выделить 24 млрд руб. Сколько фактически выделили — неизвестно (увеличение расходов по сравнению с 1989 г. в 3,5 раза вызывает недоумение, даже если учесть инфляцию).

20 февраля 1989 г., выступая по Центральному телевидению, Генеральный конструктор НПО «Энергия» Ю. П. Семенов сообщил, что производство на борту орбитальной станции «Мир» полупроводниковых и биомедицинских препаратов даст в 1990—1991 гг. прибыль 1 млрд руб. 9 февраля 1990 г. министр общего машиностроения О. Н. Шишкин тоже в телевизионном выступлении дал намного более умеренное обещание: по его словам, в 1990 г. прибыль составит 25 млн руб. И, наконец, 10 апреля 1991 г. в докладе, посвященном 30-летию первого полета человека в космос, Ю. П. Семенов сообщил об успехах в производстве полупроводниковых и биомедицинских препаратов, но не назвал ни одной конкретной цифры. Где же обещанный миллиард?

Не оказалась ли наша космонавтика жертвой мифотворчества — вольного или невольного?

К сожалению, так оно и есть. Начало этому положил Н. С. Хрущев, который намеревался к 1980 г. «в основном» построить коммунизм в

нашей стране и в шесть раз превзойти к этому году уровень промышленного производства США. Он объявил, что этот процесс будет происходить постепенно, и что «по ракетам мы их уже обогнали — они сходят у нас с конвейера, примерно как колбаса». С его легкой руки вошел в практику обычай к каждой знаменательной дате во что бы то ни стало одерживать новые космические победы. При Л. И. Брежнев, который вообще очень любил юбилеи, всяческие праздники и связанные с ними очередные награды, эта практика процветала.

Признаваться в сбоях и недостатках, — а они неизбежны в любом большом деле — на этом фоне было, естественно, совершенно невозможно. Например, в 1974 г. волевым решением тогдашнего руководства страны на стадии завершающих испытаний были прекращены работы по тяжелой ракете Н-1. Несколько лет спустя ту же проблему пришлось ставить и решать заново — в результате лишь в 1987 г. состоялся первый запуск ракеты того же класса «Энергия» (Земля и Вселенная, 1987, № 4. с. 5.— Ред.). Точная сумма средств, которые были затрачены впустую из-за плохо продуманных решений, до сих пор мало кому известна. Но дело не только в пропавших миллиардах. Удар был нанесен по престижу и авторитету советской космонавтики, ведь о работе над ракетой Н-1 знал весь мир, ее изображения попали даже в зарубежные энциклопедии по космонавтике, хотя идеологизированная советская пресса хранила молчание до 1989 г. Можно было бы привести и другие примеры.

Таким образом, отечественная космонавтика оказалась в плену ведомств, отвечающих за вопросы обороны и государственной бе-

зопасности. Это открыло ей доступ к щедротам государственного финансирования, но плата за них была очень тяжела: абсолютный приоритет оборонным задачам, глущая пелена секретности; минимум информации для общественности, мифотворчество в различных формах, волонтеризм в принятии решений, как сейчас говорят «судьбоносных».

Например, когда в США были развернуты работы по созданию многоразовой транспортной космической системы «Спейс-Шаттл», наши военные решили, что не смогут обеспечить достаточно надежной обороны страны, если промышленность не даст им свой «челнок». Израсходовали 20 млрд руб., и появилась система «Энергия» — «Буран». Она не была простым аналогом американской, по некоторым техническим характеристикам даже превзошла зарубежного собрата (Земля и Вселенная, 1991, № 5, с. 3.). Но если конструкторы «Шаттла» ставили задачу снизить на порядок стоимость вывода в космос полезных грузов (правда, сделать это им так и не удалось), наши заказчики к этой цели, похоже, даже и не стремились. А потом произошло следующее: военное ведомство просто отказалось от своего детища! Всю систему передали для использования в народнохозяйственных интересах, а чтобы операция приобрела благопристойный вид, отнесли ее на счет конверсии космической деятельности. Забыли только об одном «пустяке»: от системы военного назначения экономическая эффективность не требовалась, а для народнохозяйственных целей это едва ли не самый важный показатель...

Тяжкий груз несла на своих плечах отечественная космонавтика. Почему же она все-таки сумела с первых своих

практических шагов завоевать и многие годы удерживать лидирующую роль. Хотелось бы выделить по меньшей мере три причины. Во-первых, именно в нашей стране жил и творил основоположник космонавтики К. Э. Циолковский, а также такие специалисты мирового уровня, как Ю. В. Кондратюк, Ф. А. Цандер. Дело пионеров космонавтики продолжили первоклассные инженеры и конструкторы во главе с основоположником практической космонавтики С. П. Королевым.

Во-вторых, важную роль сыграло то, что советское правительство в послевоенные годы осознавало необходимость в кратчайшие сроки создать ракетно-ядерный щит Родины. И, наконец, последнее по порядку, но не по важности — трудовой энтузиазм, высокий профессионализм, преданность своему делу тружеников нашей космической промышленности.

МОЖНО ЛИ ПРЕОДОЛЕТЬ ГРЯДУЩИЙ КРИЗИС?

Что же надо сделать, чтобы наша космонавтика и далее продолжала играть достойную роль в мировом процессе исследования в освоении космоса?

Прежде всего необходимо сформулировать саму концепцию отечественной космонавтики, ее основные цели, направления и особенности, а затем на ее основе разработать отечественную программу космических исследований.

В январе 1991 г. на научных чтениях по космонавтике (Королевских чтениях) с докладом о проекте такой программы выступил профессор Ю. А. Можжорин, много лет возглавлявший Центральный научно-исследовательский институт машиностроения. Вниманию аудитории была представлена

исключительно серьезная и емкая по содержанию работа, аккумулировавшая труд многих ведущих специалистов отрасли. Но сразу после доклада слово взял академик В. П. Мишин, первый преемник С. П. Королева, который подверг доклад резкой критике и сказал, что представленные материалы не годятся в качестве основы для космической программы. Итак, наличие резкие разногласия в оценке положения дел. Между тем, чтобы двигаться дальше, стране совершенно необходимо тщательно составленная и хорошо сбалансированная по всем направлениям программа космических исследований и создания космической техники научного и народнохозяйственного назначения. Разумеется, эта программа не должна быть программой какого-либо одного ведомства. Научная общественность и граждане должны получить возможность ее всесторонне обсудить, а утвердить ее нужно на самом высоком уровне.

Формировать эту программу мог бы, вероятно, Российский комитет по авиакосмическим исследованиям. Такой комитет выполнял бы и функции главного координатора национальной программы космических исследований и составление соответствующего проекта государственного бюджета. Попутно мы бы избавились от нелепого и вредного отрыва ракетно-космического комплекса от авиационной промышленности.

Чтобы работа над программой по космическим исследованиям и созданию космической техники пошла успешно, нужно обеспечить безусловную широкую гласность на всех этапах ее обсуждения. Но это еще не все. Можно составить и утвердить превосходную программу, а потом пол-

ностью провалить все дело. Ведь все мы помним, сколько заманчивых программ было у нас принято в последние годы и как с ними обстоят дела сейчас... Вспомним, к примеру, как много в 1990 г. говорили о конверсии космической деятельности. А где результаты? Те масштабные ожидания, которые еще год назад связывались с конверсией, себя пока не оправдали. Разве можно рассматривать в программе конверсии в качестве объектов народнохозяйственного назначения такие образцы космической техники, как орбитальная станция «Мир» и транспортная система «Энергия» — «Буран», экономическая эффективность которых пока никак не обоснована? Проблему конверсии космической деятельности попытались решить сходу, старыми, испытанными командными методами: вписали ведущим предприятиям ракетно-космического комплекса в госзаказ, обязательный к исполнению, новую народнохозяйственную продукцию — оборудование для хлебопекарной и мясомолочной промышленности, производство протезов, сельхозтехники и т. п. Жизнь показала, что из этого ничего особо путного не получилось. Международный опыт учит: дорога к конверсии лежит через свободный рынок. Для того же, чтобы встать на этот путь, конверсируемые предприятия должны выйти из подчинения ведомств и получить экономическую самостоятельность. Думается, что только такой подход позволит создать условия, при которых наша космонавтика сможет не только успешно развиваться, но и перейти на качественно новый уровень.

Но дойдя до этого оптимистического утверждения, хочется вернуться к вопросу об опасности чисто потребительского отношения к кос-

мосу. Об этом предупреждал наш великий соотечественник В. И. Вернадский: научно-техническая деятельность человечества, по его словам, превратилась в фактор, который по силе своего воздействия на биогеоценоз сравнялся с геологическими факторами. Поэтому человечество, если оно не хочет нанести окружающей среде катастрофический ущерб, обязано основывать свои действия исключительно на тщательно выверенных рекомендациях науки. Сказанное Вернадским имеет отношение и к освоению космического пространства. Известно, что сейчас на орбитах вокруг Земли вращается более 7 тысяч фрагментов космических аппаратов и прочего космического мусора. Если масса этого мусора возрастет всего в 2—3 раза, то дальнейшие полеты в космос станут просто невозможными.

Теперь с несколько иной стороны подойдем к вопросу о практической полезности космонавтики.

Обсудим несложный мысленный эксперимент: допустим на минуту, что, скажем, в XVIII в. родился гениальный изобретатель, который сумел построить автомобиль. Какая судьба ждала бы это изобретение и самого изобретателя? Скорее автомобиль оказался бы никому не нужным. В лучшем случае на нем покатались бы при дворе какого-нибудь сиятельного вельможи, а имя изобретателя пополнило бы длинный и печальный мартиролог авторов идей, обогнавших свое время. Автомобиль по-настоящему заработал на цивилизацию, когда она приспособила к нему свою структуру. Потребовалось не только построить автострады, научиться добывать нефть и соорудить повсюду бензоколонки, но и изменить весь жизненный уклад. Можно сказать,

что автомобиль и все, что с ним связано, изменил качество жизни людей, поднял его на новую ступень. Но если бы те, кто создавал первые неуклюжие образцы этой новой техники, руководствовались лишь вопросом, какую они получают прибыль, то вполне вероятно, что по нашим дорогам до сих пор катались бы телеги и изредка кареты...

Но ведь и космонавтика означает прежде всего прорыв человечества на качественно новые и неизмеримо более высокие рубежи развития цивилизации. И здесь было бы большой ошибкой сводить все только к деньгам, поскольку речь идет о вещах, существенно более значительных, которые обеспечивают людям жизнь намного более благоустроенную, разнообразную и счастливую. Новые деньги, как мера человеческого труда, при этом, разумеется, тоже будут и немалые.

И еще: прорыв на эти новые высокие рубежи возможен только для человечества в целом — или, по крайней мере, для его объединившейся передовой части, причем в условиях отката от военного противостояния и установления на планете прочного мира. Население планеты должно, наконец, осознать, что дорога в будущее открыта для него лишь на основе признания примата общечеловеческих ценностей, а также ценностей свободного развития каждой личности. Именно через точку равновесия между этими двумя группами ценностей проходит вектор устойчивой эволюции нашей земной цивилизации.

ЗАГЛЯНЕМ В XXI ВЕК

Если у человечества достанет чувства ответственности за собственное будущее, то в чем могут состоять этапные шаги в космос в на-

ступающем XXI в.? В очень обобщенном виде можно, по-моему, нарисовать такую картину:

2000 г.— орбитальные заводы по производству материалов; крупногабаритные постоянные орбитальные станции; глобальный космический мониторинг;

2015 г.— орбитальные станции с замкнутым циклом жизнеобеспечения; многоцелевые информационно-производственные орбитальные комплексы; экспериментальная космическая электростанция для энергоснабжения Земли; исследовательская база на Луне; экспедиция на Марс;

2050 г.— освещение районов Земли из космоса; промышленная база на Луне (добыча гелия-3); космические термоядерные энергоустановки; опытная космическая электростанция для передачи энергии на Землю; система искусственного интеллекта для управления орбитальными комплексами; космические поселения в точках либрации Земля — Луна; исследовательская база на Фобосе;

2100 г.— освещение наземных биоэнергпромышленных комплексов с помощью орбитальных отражателей; передача энергии на Землю в промышленных

масштабах; опытное управление погодой из космоса; орбитальное строительство с использованием лунных ресурсов; лунный лифт; постоянная база на Марсе; экспедиция к дальним планетам Солнечной системы с управляющим центром типа искусственного интеллекта на борту.

Взятое вместе, все это и означает — «Cosmogare necesse est». Космонавтика для человечества — это не просто новое прибыльное дело. Космонавтика — это наша судьба.

Информация

Первые шаги Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского

Судьба космоса — основной предмет заботы созданной недавно Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского (Земля и Вселенная, № 1, 1992, с. 67). На очередном расширенном заседании Президиума Академии космонавтики (АК) 31 января 1992 г. рассматривались результаты уже выполненных работ, условия и формы взаимоотношений с за-

казчиками в России, СНГ и в других странах.

Академик АК Ю. А. Мозжорин сделал научный доклад о проекте космической изоляции радиоактивных отходов — оригинальном и многообещающем пути решения одной из наиболее жгучих проблем экологии. Члены Президиума поддержали идеи этого проекта и предложили автору более глубоко проработать его вместе с учеными других отделений Академии.

Автор этой публикации (главный академик-секретарь, координатор научно-исследовательских работ в отделениях АК) сделал доклад на тему «Положение об организации научно-исследовательских работ». Основные идеи «Положения» — повышение эффективности работы Академии в целом и ее отделений, определение главного направления, в котором должен быть развернут

научный потенциал АК. Были сформулированы критерии оценки качества выполненных Академией работ по их научному уровню, новизне и актуальности. На ближайшие пять лет главной задачей исследователей Академии будет разработка концепции космической деятельности России, проектов законов о космосе, проектов оздоровления среды обитания человечества, и в частности, экологического мониторинга. В этом ученые АК видят свое важнейшее предназначение, и здесь открывается широкое поле деятельности для совместной работы с учеными других стран СНГ и с Международной Академией астронавтики.

*И. В. МЕЩЕРЯКОВ,
доктор технических наук,
профессор*

На орбите — комплекс «Мир»

В конце 1991 — начале 1992 гг. на борту орбитального комплекса «Мир» — «Квант» — «Квант-2» — «Кристалл» — «Прогресс М-10» — «Союз ТМ-13» продолжили работу космонавты А. А. Волков и С. К. Крикалев. В конце ноября — начале декабря 1991 г. экипаж выполнил серию экспериментов на установке «Волна-2» и медицинские программы «Аудимир», «Монимир», «Оптоверт», «Когимир», «Сонь», «Микровит», «Пульстранс» и «Мотомир». По плану регламентно-профилактического обслуживания космонавты установили новый блок аккумуляторных батарей, доставленный грузовым кораблем. Продолжены эксперименты с научной аппаратурой, установленной на внешней поверхности орбитального комплекса, проведены испытания инфракрасного телескопа ИТС-7Д, астрофизические, технологические и технические наблюдения и эксперименты; двумя стационарными камерами с высокой разрешающей способностью были проведены съемки участков земной поверхности Африки, Индонезии и Австралии.

17 декабря космонавты начали очередную плавку на установке «Зона-03», цель которой — получить в невесомости монокристалл теллурида кадмия с улучшенными технологическими характеристиками.

20 декабря были проведены съемки камерами «Природа-5» и КАП-350 территории Западной Африки, острова Мадагаскар, Венесуэлы и Бразилии.

14 декабря космонавты произвели дозаправку двигательной установки станции окислителем из баков грузового корабля «Прогресс М-10». В рамках международной астрофизической программы «Рентген» телескопы модуля «Квант» вновь наблюдали ядро одной из активных галактик в

Гончих Псах (возможно, там находится один из кандидатов в черные дыры). В течение остальных предновогодних дней экипаж продолжал астрофизические исследования и технические эксперименты.

В первые дни нового года А. Волков и С. Крикалев занимались астрофизическими наблюдениями, в том числе на международной обсерватории «Рентген» и на спектрометрических приборах «Букет», «Гранат» и «Мария». Много времени уделялось в техническим экспериментам («Волна-2» и др.).

14 января космонавты готовили баллистическую капсулу корабля «Прогресс М-10» к возвращению на Землю. (О баллистических капсулах см. Земля и Вселенная, 1991, № 5, с. 8.). После этого они дозаправили станцию горючим и окислителем. Выполнялись астрофизические эксперименты и наблюдения весьма активного в последнее время вулкана Пинатубо на Филиппинах.

16 января возникли осложнения в системе управления комплексом: в очередной раз остановились гироины (гидроскопические системы, воздействуя на которые можно менять ориентацию КА в пространстве). Руководством полета было принято решение отложить все запланированные работы на борту и заняться наладкой гироинов, без которых управление комплексом с помощью реактивных микродвигателей потребовало бы слишком много горючего.

20 января. К этому дню работа системы управления комплексом была налажена. В 10 ч 14 мин от комплекса был отстыкован и переведен на траекторию снижения транспортный корабль «Прогресс М-10». Во время снижения на расчетной высоте от него отделилась возвращаемая баллистическая капсула, совершившая затем посадку в 229 км севернее Караганды.

После завершения экспериментов на установке «Волна-2» экипаж демонтировал ее и уложил на место хранения в модуле «Квант».

23 января А. Волков и С. Крикалев выполнили очередной цикл геофизических исследований. Проводились съемки земной поверхности с использованием видеоспектральной аппаратуры, установленной на телеуправляемой платформе модуля «Квант-2».

Космонавты получили спектры рентгеновского, гамма- и другого излучения внеземного происхождения, оценивали характеристики элементов радиоэлектронной аппаратуры, длительное время находящейся в открытом космическом пространстве.

25 января в 10 ч 50 мин с космодрома Байконур был произведен запуск транспортного корабля «Прогресс М-11» (этот корабль возвращаемой капсулы не имеет). 27 января в 12 ч 31 мин он состыковался с ОК «МИР». Космонавты приступили к разгрузке. Они извлекли из «Прогресса» американскую биотехнологическую аппаратуру «Пейплюд» и отечественную «Биокрист». На следующий день экипаж произвел включение обоих аппаратов и начал цикл экспериментов с их использованием. В этот же день космонавты заменили вышедший из строя нагревательный блок установки «Галлар».

В следующие дни космонавты в основном были заняты проверкой и ремонтом различной аппаратуры, а 31 января провели на установке «Кристаллизатор» эксперимент «Морва-3» (изучение процессов кристаллизации в условиях микрогравитации). Исследования выполнялись с образцом сплава серебро — германий. С помощью двигателей грузового корабля была проведена коррекция орбиты комплекса.

4 февраля космонавты занимались разгрузкой «Прогресса» и регламентно-профилактическими работами, а затем провели эксперимент «Спорт» — определяли оптимальные режимы физических тренировок.

8 февраля продолжались исследования по регистрации излучения в гамма-диапазоне автоматической аппаратурой «Букет» и «Гранат». Раз в сутки принимается, как и прежде, информация с датчиков микрометеоритной аппаратуры. Дважды в день с помощью аппаратуры «Спрут-5» проводилась автоматическое измерение характеристик магнитного поля Земли для анализа распределения магнитных потоков. (Эта аппаратура отработала свой ресурс и во время выхода в космос 20 февраля была заменена на новую — «Данко-М».)

11 февраля космонавты снова ремонтировали гироины, расположенные в модуле «Квант».

После этого они получили спектры разных источников космического излучения в различных диапазонах длины волн, проводили эксперименты по оценке состояния образцов конструкционных материалов, длительное время находящихся в космосе, и установили новый блок гидронасосов в одном из контуров системы терморегулирования.

12 февраля на установках «Галлар» и «Кристаллизатор» производились многочасовые плавки монокристаллов, затем велась подготовка к эксплуатации французской аппаратуры «Микроакселерометр». На ней будут проводиться определение амплитуды и частоты вибраций, ускорения на борту ОК «Мир». Данные эксперимента будут использоваться при выборе места для размещения французской аппаратуры «Алис».

15 февраля. А. Волков и С. Крикалев готовили к работе научную аппаратуру «Данко-М», «Пленка-4» и «ССК-5» для установки на внешней поверхности комплекса во время выхода.

20 февраля. В 23 ч 09 мин космонавты открыли люк и осуществили выход в открытое космическое пространство. При этом было отмечено снижение эффективности системы охлаждения скафандра командира экипажа Александра Волкова: вышел из строя сублиматор. Руководство полетом приняло решение об изменении программы выхода и сократило объем работ на 30—40%. С. Крикалеву было предложено продолжить выполнение работ вблизи люка, чтобы командир, скафандр которого подключен к бортовой системе жизнеобеспечения, не позволяющей удалиться от шлюзового отсека, контролировал и помогал ему.

21 февраля. Через некоторое время сублиматор начал функционировать, и А. Волков продолжил выполнение программы выхода.

Работая ночью в открытом космосе, космонавты установили телекамеру, через которую на Землю транслировалось изображение панорамы места работ, сняли старое и установили новое оборудование на отсеке научных приборов модуля «Квант-2», с помощью которого будут продолжены эксперименты по изучению влияния факторов открытого космоса на физико-

механические характеристики конструкционных материалов.

Во время этой работы, через 1 час 26 мин после открытия люка, телеметрия показала, что температура внутри скафандра Александра Волкова начала расти значительно быстрее. Это означало, что вновь подвел сублиматор. Космонавту было дано указание возвратиться в шлюзовую отсек, и дальнейшие работы выполнял бортинженер С. Крикалев.

Он демонтировал с внешней поверхности модуля «Квант» вспомогательное оборудование, использовавшееся ранее при сборке 14-метровой ферменной конструкции по программе эксперимента «Софора». Эти сборочные конструкции прошли испытания в открытом космосе, и их необходимо вернуть на Землю для дальнейших исследований.

Перед возвращением в помещение комплекса С. Крикалев снял с экспериментальной солнечной батареи, смонтированной на станции 4 года назад, несколько фрагментов фотоэлектрических преобразователей для лабораторных исследований.

Эксперимент по очистке иллюминаторов не получился: из-за короткого замыкания отказала система подачи электропитания.

Во время выхода Александр Волков находился на обресе выходного люка модуля «Квант-2» в ожидании окончания работы Сергея Крикалева. Его скафандр был подключен к бортовой системе жизнеобеспечения.

Космонавты провели в условиях космического пространства 4 ч 12 мин.

21, 22 и 23 февраля космонавты отдыхали, занимались уборкой помещений комплекса, выполняли другие мелкие работы.

24 февраля. Была завершена дозаправка топливных баков станции горючим, которое было доставлено грузовым кораблем «Прогресс М-11». С помощью двигателей грузового корабля произведена коррекция орбиты пилотируемого комплекса.

25 февраля. Первые дни новой рабочей недели космонавтов отведены медицинским экспериментам, цель которых — получение дополнительной информации о состоянии организма человека в условиях длительного космического полета.

На австрийской аппаратуре исследовались психофизиологические реакции и физическая работоспособность космонавтов, оценивалось влияние невесомости на механизм управления движением и взаимодействие органов зрения с вестибулярным аппаратом.

27 февраля. Был проведен эксперимент «Мороз» с целью получения льда в аккумуляторе холода, установленного в шлюзовой камере. Эксперимент занял 11 часов и проводился в то время, когда камера не была освещена солнцем и сильно охлаждалась. Лед образовался только наполовину. (Он будет использоваться для сохранения технологических материалов во время российско-французской экспедиции летом этого года.)

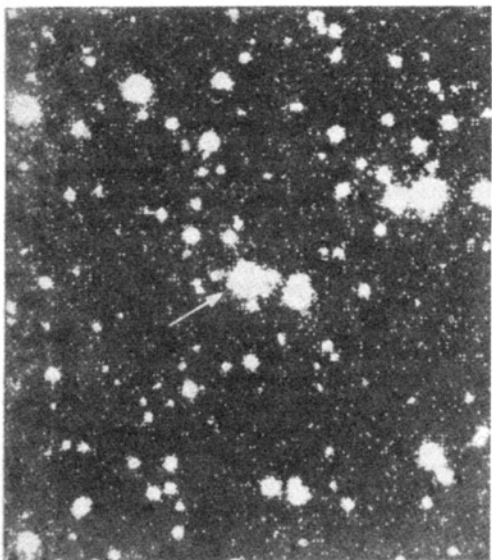
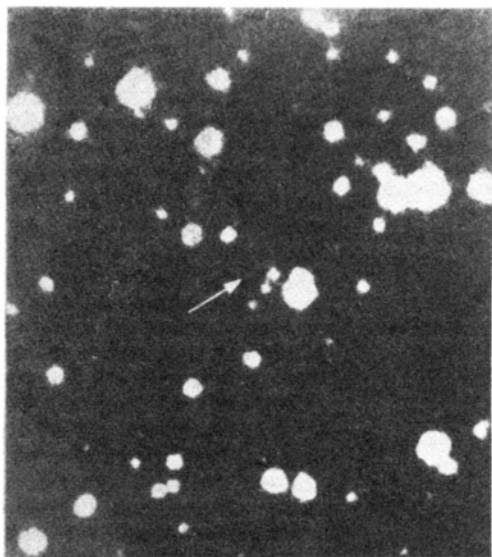
26—28 февраля. Продолжаются исследования по регистрации излучения в гамма-диапазоне автоматической аппаратурой «Букет» и «Гранат». Один раз в сутки принимается информация от аппаратуры микрометеоритного контроля, полученные данные используются для исследования теоретной обстановки по трассе полета орбитального комплекса.

В минувшие дни были успешно проведены три плавки на установке «Кристаллизатор» продолжительностью 12,5 ч каждая (исследование диэлектрической системы хлорид свинца — хлорид серебра). Закончена программа «Морава-3».

28 февраля. Проведена сборка схемы и подключения французской аппаратуры «Микроакселерометр» для определения амплитуды микровибрации в различных отсеках орбитального комплекса, завершена серия экспериментов по локальному осаждению сульфида кадмия на технологической установке «Галлар» продолжительностью 10 часов каждая.

По материалам ТАСС и бюллетеня «Новости космонавтики»

«Гранат»: наблюдение Новой в созвездии Мухи



Новая Мухи 1991. На верхнем снимке стрелкой указано положение звезды до вспышки, 5 февраля 1989 г. На нижнем уже видна Новая, 10 апреля 1991 г. Снимки получены на 1-метровом телескопе Шмидта Европейской Южной обсерватории (Ла-Силья, Чили). Снимки взяты из журнала «Sky and Telescope», 1991, 81.

Обсерватория «Гранат» успешно продолжает рентгеновские исследования неба (Земля и Вселенная, 1991, № 2, с. 41). 9 января 1991 г. ее научные приборы обнаружили появление яркого рентгеновского источника (Земля и Вселенная, 1991, № 2, с. 43) в созвездии Мухи. Это же явление было зарегистрировано аппаратурой японского спутника «Гинга». Вспыхнувшей Новой (Новая Мухи 1991) присвоено обозначение GRS 1124—684, т. е. источник, обнаруженный ИСЗ «Гранат» — Granat Source, цифры соответствуют координатам источника: $11^{\text{h}}24^{\text{m}}$, $-68,4^{\circ}$. После этого открытия программа наблюдений обсерватории «Гранат» была немедленно изменена, Новую наблюдали с телескопами АРТ-П и СИГМА более 10 раз за период с января по август 1991 г. Источник был локализован в рентгеновском диапазоне с точностью $1'$, что подтвердило идентификацию, проведенную Европейской Южной обсерваторией (Чили). Наблюдения Новой проводились в радио- и ультрафиолетовом диапазонах и в видимой области спектра. В рентгеновском диапазоне исследования проводились в трех поддиапазонах — «жестком», «стандартном» и «мягком». В каждом из них изучались величина потока энергии и вид (форма) спектра, а также наличие в нем эмиссионных линий. Хотя объект наблюдается как нечто «целое», изменения потоков в различных диапазонах во времени, их стабильность, степень изменения их величин некоррелированы, т. е. каждый спектр меняется независимо от «соседа».

Наблюдения позволили сделать следующие выводы:

- максимальная интенсивность излучения источника в «жестком рентгене» была достигнута существенно раньше, чем в «стандартном», а затем поток излучения спадал существенно медленнее;

- «жесткий» рентгеновский поток демонстрирует сильную переменность (временной масштаб изменений — порядка нескольких часов), в то время как интенсивность «мягкой» компоненты спадает более плавно;

- за все время наблюдений (около 1200 дней) «жесткий» поток уменьшился в $\sim 6-10$ раз, а «стандартный» — в $\sim 30-40$ раз;

- в течение всего времени спектр «жесткой» компоненты оставался практически неизменным.

Важнейший вклад в наши представления о рентгеновских Новых — открытие 20—21 января (телескоп СИГМА) ранее неизвестной эмиссионной линии в спектре GRS 1124—684. В этот день ученые зафиксировали внезапное (менее чем за 13 часов) изменение в спектре источника: вблизи 500 кэВ появилась яркая эмиссионная линия. Ее интенсивность составляла около 30 % от светимости в диапазоне 30—600 кэВ. Естественное объяснение ее появления — аннигиляция электрон-позитронных пар в источнике. Маловероятно, что аннигиляция происходит непосредственно в аккреционном диске, расстояние от области аннигиляции до центрального объекта составляет, видимо, до нескольких гравитационных радиусов, поэтому ближе всех к истине модель, где центральный объект — нейтронная звезда.

«Письма в АЖ», 1991, № 12

Термоядерные реакции в недрах планет!

Еще в 60-е годы было установлено, что инфракрасное излучение планет-гигантов превышает тепловое излучение, получаемое этими планетами от Солнца. Космические аппараты «Пионер-10», «Пионер-11», «Вояджер-1», «Вояджер-2» подтвердили эти данные и позволили уточнить тепловой поток от каждой из планет-гигантов.

Стало ясно, что планеты-гиганты обладают каким-то внутренним источником энергии. Но какова его природа? Радиоактивный распад? Реакции термоядерного синтеза? Попытку объяснить механизм источника внутренней энергии планет-гигантов (а также Земли) предпринял недавно китайский физик Ван Хончжан из университета в Хуайхае. Он построил для этих планет своеобразную диаграмму «масса — светимость», подразумевая под последней суммарный поток тепла, испускаемого планетой. (Такие диаграммы обычно строят для звезд). Все пять планет «легли» на прямую, уравнение которой соответствует соотношению $(L/L_{\odot}) = (M/M_{\odot})^{1.7}$. Близко к этой зависимости лежит и Венера, но для нее нужно еще уточнить значение теплового потока. Марс, Меркурий и Луна в данную зависимость не укладываются.

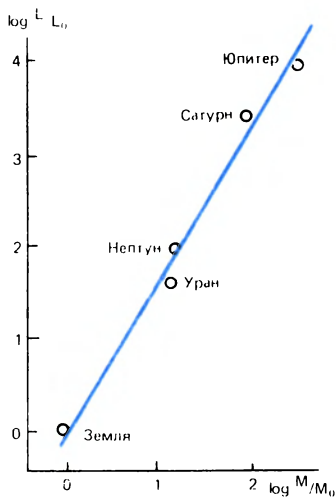
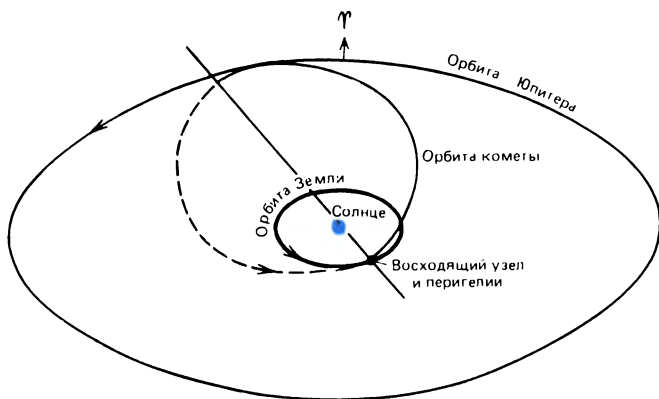


Диаграмма «масса — светимость» для пяти планет Солнечной системы (по Ван Хончжану)

Ван Хончжан предложил теорию, согласно которой источник энергии пяти крупнейших планет Солнечной системы — термоядерный синтез. Правда, здесь надо учитывать то обстоятельство, что в плотной низкотемпературной плазме большое значение имеет внешнее поле зарядов окружающих частиц, в частности, ионные микрополя. Оказалось, что известная формула Г. А. Гамова для сечения реакции термоядерного синтеза является частным случаем полученных китайским ученым формул, если предположить, что внешнее поле равно нулю.

Отсутствие или малое значение теплового потока у Марса, Меркурия и Луны китайский ученый объясняет тем, что давления в их недрах сравнительно небольшие и необходимая для течения термоядерных реакций температура не достигается.

Chinese Astronomy and Astrophysics, 1990, 14, 4

Земля — окольцованная планета!

Научный сотрудник Национального музея в Копенгагене К. Расмуссен собрал и проанализировал сообщения о падении на Землю метеоритов и о метеорных дождях за период с 800 г. до н. э. по 1750 г. н. э. Более поздний период он не рассматривал, поскольку огромный рост подобных сообщений в это время связан не с ростом числа событий, а с совершенствованием техники наблюдений и с увеличением числа наблюдателей.

Было установлено, что в отдельные периоды метеорная ак-

тивность резко повышалась. Максимум числа подобных явлений длится от нескольких месяцев до нескольких лет. Потом на одно-два десятилетия наступает сравнительное «затишье», которое все-таки выше обычных фоновых «шумов», а затем новый пик, после чего активность падает до уровня фона.

Возможное объяснение: Земля время от времени захватывает комету или астероид, которые, попав на околоземную орбиту, разваливаются на части. Это создает первый пик метеорной активности. Развал захваченного Землей тела приводит к возникновению вокруг Земли временной системы колец. Мелкие частицы этого кольца, выпадая

из него в атмосферу, по-своему влияют на статистическую кривую. В конце концов все частицы сгорают в воздушной оболочке планеты. Это и проявляется во втором пике на кривой метеорной активности.

Предполагается, что за последние 2800 лет Земля была временно «окольцована» 16 раз. Не исключено также, что и в последние 200 лет наша планета приобретала подобное «украшение». Весьма вероятно, что у Земли появится в ближайшие десятилетия новое кольцо, которое будет доступным наблюдениям.

New Scientist, 1991, 130, 1763

Константин Доримедонтович Покровский

В. А. СМИРНОВ
Р. И. ЧУПРИНА



Константин Доримедонтович Покровский (1868—1945)

Более 120 лет прошло со дня рождения известного русского ученого Константина Доримедонтовича Покровского. В первой трети XX в. по его книгам учились почти все астрономы нашей страны. Но до последнего времени имя этого человека — профессора, члена-корреспондента АН СССР — тщательно вычеркивалось из всех публикаций. Чем же заслужил такую немилость К. Д. Покровский? Вся вина его состояла в том, что он продолжал преподавать в Одесском университете во время оккупации (к на-

чалу войны ему было 73 года). Вместе с доцентом Б. В. Новопашенным ему не только удалось сохранить все имущество обсерватории, включая библиотеку, но и реально помочь некоторым бедствующим астрономам, в частности, А. С. Цесюлевичу и К. Н. Савченко, приняв их на работу. Все материалы о жизни К. Д. Покровского, по-видимому, были изъяты из архивов. Один из авторов этой статьи (Р. И. Чуприна) в бумагах покойного Б. В. Новопашенного нашла чудом сохранившиеся документы — «Жизнеописание» и «Список трудов К. Д. Покровского».

Давно пришло время восстановить справедливость. И сделать это надо сейчас, пока еще живы коллеги и ученики К. Д. Покровского.

Константин Доримедонтович родился 11 мая (по старому стилю) 1868 г. в Нижнем Новгороде, в семье священника. Окончив Нижегородскую классическую гимназию, он поступил на математическое отделение Московского университета. С 1891 г. Покровский — сверхштатный ассистент Астрономической обсерватории Московского университета, затем заведующий общедоступной частной обсерваторией О. Швабе. Характерно, что уже в это время печатные труды молодого Покровского привлекли внимание директора Пулковской обсерватории Ф. А. Бредихина. Именно тогда (в 1894 г.) вышла в свет популярная книга по астрономии Покровского «Путеводитель по небу».

В 1895 г. К. Д. Покровского избирают на должность астронома-наблюдателя Юрьевского (ныне Тартуского) университета, а уже в следующем году он начинает читать курс лекций по астрономии и математике. И потом уже в течение всей своей жизни он не оставлял педагогической деятельности. Москва, Пулково, Пермь, Саратов, Одесса, Томск, Баку —

далеко не полный перечень городов, где преподавал Покровский.

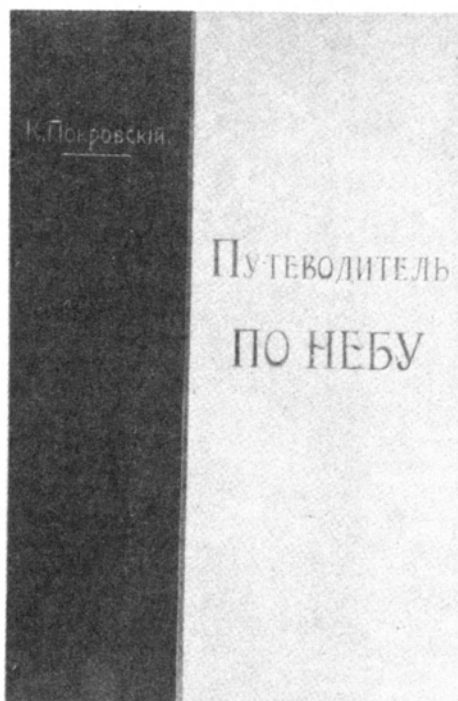
В 1902 г. Покровский защищает диссертацию на тему «Происхождение периодических комет» и получает степень магистра Московского университета. Он организует и проводит экспедиции для наблюдений солнечных затмений в 1912, 1914 и 1936 гг. В ноябре 1915 г. после защиты диссертации «Строение хвоста кометы 1910 I» Покровский получает степень доктора астрономии.

В июле 1916 г. К. Д. Покровского назначают ректором Пермского отделения Петроградского университета, а после открытия в 1917 г. Пермского университета Покровский становится его ректором.

С 1919 по 1920 гг. Покровский читает лекции в Томском университете, а в сентябре 1920 г. его избирают старшим астрономом Пулковской обсерватории. На 15-дюймовом рефракторе он регулярно наблюдает кометы, малые планеты, слабые двойные звезды. На 30-дюймовом рефракторе Покровский наблюдает спутники планет, в частности, спутник Нептуна. Одновременно с этой работой он руководит военно-геодезическим отделением Московского межевого института (ныне МИИГАиК) и дает консультации по организации астрономических работ в Китае, Баку. Все эти годы К. Д. Покровский выполняет также обязанности председателя Ассоциации астрономов РСФСР. С января 1927 г. он — член-корреспондент АН СССР.

В 1933 г. Покровский был избран председателем Одесского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества, в котором вел большую просветительскую работу. В этом же году Покровский становится директором Астрономической обсерватории Одесского Государственного университета, а в 1937 г. — деканом физико-математического факультета. Это было сложное время, начались массовые репрессии, захватившие и астрономическую интеллигенцию. Были опустошены Пулковская обсерватория, Институт теоретической астрономии в Ленинграде, разогнано Русское общество любителей мирозведения и уничтожена его библиотека (Земля и Вселенная, 1989, № 2, с. 35; 1991, № 1, с. 39. — Ред.). В Одессе в 1937 г. были арестованы только что окончившие университет А. С. Цесюлевич и С. Гринберг (последний так и не вернулся из лагеря и судьба его неизвестна). А. С. Цесюлевич после года пребывания под арестом возвратился в обсерваторию, где проработал до конца жизни.

В 1940 г. Покровского наградили грамотой Центрального комитета Совета ра-



Третье издание книги К. Д. Покровского «Путеводитель по небу»

ботников высшей школы и научных учреждений. В этом же году его избрали председателем комиссии по строительству планетариев на Украине.

Будучи директором обсерватории К. Д. Покровский принял живейшее участие в судьбе К. Н. Савченко, будущего профессора университета. Во время войны, занятый на оборонных работах под г. Николаевым, Савченко попал в плен. В 1943 г., опасаясь угона в Германию, Савченко бежал в Одессу, где Покровский устроил его в часовую мастерскую, которая располагалась на территории обсерватории. После освобождения Одессы, Савченко был зачислен в штат обсерватории старшим научным сотрудником.

В мае 1944 г. одновременно с приказом К. Д. Покровского о возобновлении деятельности обсерватории появляется приказ по университету, согласно которому К. Д. Покровский освобождается от должности директора обсерватории. Его арестовывают, и год он проводит в тюрьме. Из воспоминаний доцента Б. В. Новопашенного следует, что в сентябре 1945 г. в поезде по дороге в суд г. Киева К. Д. Покровский скоропостижно скончался. Так оборвалась жизнь большого ученого.

Гюстав Гаспар Кориолис



Гюстав Гаспар Кориолис (1792—1843)

Ученый остается в благодарной памяти человечества, если создаст новую теорию, сделает важное открытие или сформулирует неизвестный ранее закон природы. Мы знаем Эйнштейна и его теорию относительности, Архимеда и его законы плавания тел, формулу бинома Ньютона. Какой же научный подвиг совершил Гюстав Гаспар Кориолис? Чем заслужил, что его имя навечно вошло во все учебники по механике?

Почему в Северном полушарии правый берег реки всегда крутой, а левый — пологий? (В Южном полушарии наоборот.) Почему в наших краях правый рельс железнодорожного пути изнашивается сильнее левого? В чем одна из причин возникновения воздушных и морских течений? На эти и многие другие вопросы не было ответа, пока физику всех таких явлений не разъяснил Г. Г. Кориолис.

Оказалось, что во вращающихся системах отсчета возникает дополнительное ускорение как результат взаимодействия двух движений: переносного и относительного. Это ускорение возникает, например, когда тело движется по поверхности вращающейся Земли. Оно направлено перпендикулярно плоскости, в которой лежат относи-

тельная и переносная скорости, а по величине равно их удвоенному векторному произведению. Дополнительного ускорения не бывает в трех случаях, если: 1) переносное движение не вращательное, 2) относительное движение отсутствует и 3) оно происходит параллельно оси переносного вращения. Все это установил Гюстав Гаспар Кориолис, и поэтому третье, добавочное ускорение названо его именем. Теперь в механике есть **ускорение Кориолиса** и **сила Кориолиса** — сила инерции, равная по величине массе тела, умноженной на его кориолисово ускорение, и направленная в сторону, противоположную ускорению. (Сила инерции всегда направлена в сторону, противоположную ускорению.)

Жизнь Кориолиса не богата внешними событиями. Можно даже сказать, что их не было вовсе. Он не подвергался религиозным гонениям, как Джордано Бруно и Кеплер, не дрался на дуэли, как Тихо Браге и Галуа, не участвовал в революции, как Гаспар Монж и Лаплас. О жизни Кориолиса можно сказать, что она была просто ужасна и трагична. Один из его биографов пишет: «Каждое утро возникала проблема, как прожить до вечера».

Кориолис с детства был очень болезненным человеком. Его постоянно мучили головокружения, одышка, сердцебиение; иногда от слабости он даже терял сознание. (Видимо, у него была сильная анемия). Именно поэтому перед ним ежедневно вставала задача, как прожить, протянуть еще один наступивший день. Это была самая трудная задача, которую приходилось решать ученому.

Гюстав Гаспар Кориолис родился 25 мая 1792 г. в Париже. Начальное образование он получил дома, а в 1808 г. поступил в знаменитую Политехническую школу. После окончания ее в 1810 г. он стал заниматься в Школе мостов и дорог, которую успешно закончил в 1812 г.

В 1816 г. Кориолис возвращается в Политехническую школу, но уже в качестве преподавателя механики и математического анализа. В 20-х годах он читает самостоятельный курс механики.

Свои идеи о добавочном ускорении, добавочной силе, относительном движении

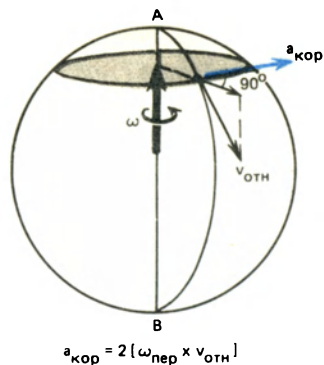
вообще и силах инерции в частности он сформулировал в работах «Трактат о механике твердого тела и о расчете действия машин» (1829) и «Об уравнениях относительного движения систем» (1835).

Кориолис открыл явление ползучести, ввел коэффициент $1/2$ в выражение для кинетической энергии ($mv^2/2$), написал работу, посвященную соударению упругих шаров (трактат «Математическая теория явлений бильярдной игры») и ряд других.

В 1836 г. Г. Г. Кориолиса избирают в Парижскую академию наук, а в 1838 г. он становится «директором учебных занятий» в Политехнической школе. Эта должность, видимо, соответствовала должности заместителя ректора по учебной работе в наших высших учебных заведениях.

Вся жизнь Кориолиса прошла дома и в стенах Политехнической школы. По состоянию здоровья он никогда не выезжал из Парижа, хотя страстно мечтал о путешествиях. Ученый не знал никаких радостей, кроме преподавания и занятий наукой. Кориолис умер 19 сентября 1843 г. в возрасте 51 года.

Вот практически и все, что известно о французском ученом. Его жизнь — это победа духа над плотью, пример ежедневной борьбы с собственными недугами,



Ускорение Кориолиса лежит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения. $v_{отн}$ — линейная относительная скорость, ω — угловая скорость переносного вращения, $a_{кор}$ — ускорение Кориолиса

демонстрация силы воли, целеустремленности и служения людям. И они не забудут деяния Гюстава Гаспара Кориолиса.

В. П. ЛИШЕВСКИЙ,
кандидат физико-математических наук

Новый научный журнал

«АНОМАЛИСТИКА И АСТРОНОМИЯ»

дает возможность профессионалам и любителям свободно публиковать результаты своих наблюдений, исследований, размышлений. Журнал необходим всем желающим получить объективное, достоверное и точное представление о положении дел в спорных областях естествознания.

Адрес редакции: 310002, Харьков, ул. Краснознаменная, 4, Радиоастрономический институт АН Украины. Архипову А. В. [главный редактор].

Заказы на почтовых карточках направлять по адресу: 310103, Харьков, а/я 5005, «Зодиак». Номера журнала высылаются наложенным платежом по мере выхода из печати. Цена одного номера около 10 руб.

Памяти Михаила Сергеевича Молоденского



12 ноября 1991 г. на 83-м году жизни скончался выдающийся геодезист и геофизик член-корреспондент АН СССР Михаил Сергеевич Молоденский. Он вошел в историю науки как ученый, преобразовавший теорию фигуры Земли, с его именем связан этап в изучении вращения и колебаний нашей планеты. Полученные Молоденским научные результаты послужили теоретической основой изучения фигуры Земли в нашей стране, содействовали становлению гравиметрического приборостроения.

М. С. Молоденский родился 15 июня 1909 г. в Епифани, уездном городе Тульской губернии, в семье священника. Дед был родом из большого села Молодёнки Епифанского уезда, вблизи Куликова поля. Поступив в 1927 г. в Московский университет на астрономическое отделение физико-математического факультета, М. С. Молоденский окончил его в 1931 г. и получил квалификацию научного работника 2-го разряда в области астрономии, а также преподавателя высших учебных заведений. Несколько лет после окончания университета он работал у академика В. Г. Фесенкова, затем его пригласил Ф. Н. Красовский в Центральный научно-исследовательский институт геодезии,

аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК), где он стал заниматься специальными вопросами теории определения силы тяжести по наблюдениям маятниковых колебаний и теорией нерегуляризированной фигуры Земли.

Более четверти века (1933—1960 гг.) М. С. Молоденский сотрудничал в ЦНИИГАиК, работая по совместительству в Институте физики Земли АН СССР. Несколько лет он возглавлял этот институт, что сильно подорвало его здоровье. Оставив директорский пост, М. С. Молоденский не занимал больше никаких административных должностей и целиком посвятил себя научной работе.

Михаил Сергеевич был одарен исключительными математическими способностями. Еще в начале 50-х годов в своей фундаментальной работе «Упругие приливы, свободная нутация и некоторые вопросы строения Земли» он сделал численные расчеты для 16 различных моделей Земли. Тогда это было большим достижением, ведь электронно-вычислительные машины еще не применялись. Наряду с теоретическими исследованиями в области геодезии М. С. Молоденский занимался разработкой гравиметрических приборов. Он неизменно поражал собеседников новыми идеями, как правило, связанными с конкретными задачами, предвидел направления развития геодезии на много лет вперед (Земля и Вселенная, 1979, № 4, с. 56.— Ред.).

Свои исследования, посвященные упругим колебаниям Земли с жидким вязким ядром, колебаниям приливным и свободным, Молоденский обобщил в книге «Общая теория упругих колебаний Земли» (М.: Недра, 1989). Книга содержит и новые результаты, имеющие для геофизики и геодезии исключительно важное значение. Он развил в ней теорию возмущений, предложил метод определения внутреннего строения Земли по наблюдениям ее свободных колебаний.

Теории Молоденского получили общее признание, они вошли в учебники для высших учебных заведений. И в то же время его работы не только полностью не изучены, но даже до конца не поняты. Особенно это касается направления, связанного с колебаниями и вращением деформируемой Земли. Работы М. С. Молоденского, к которым всегда будут обращаться специалисты, составляют золотой фонд науки.

Группа геодезистов

Экспедиции

В дельте Гольфстрима

Ю. А. ИВАНОВ,
доктор физико-математических наук
Институт океанологии РАН

В апреле — июне 1990 г. три научно-исследовательских судна Института океанологии им. П. П. Ширшова выполняли исследования в дельте Гольфстрима и в верховьях Северо-Атлантического течения. Три месяца экспедиция изучала структуру и динамику системы струйных течений, фронтов и вихрей. Проводилась экспедиция по национальной программе «Разрезы» и международной — WOCE (World Ocean Circulation Experiment — Глобальный эксперимент по циркуляции океана), которые направлены на изучение роли океана в колебаниях климата. Но прежде чем рассказывать о самой экспедиции, познакомим читателя с некоторыми научными программами изучения океана и особенностями циркуляции водных масс Северной Атлантики.

НАУЧНЫЕ ПРОГРАММЫ

В середине 70-х годов в результате активных экспериментальных и теоретических исследований океана и атмосферы стало ясно, что вариации климата планеты в значительной степени связаны с изменчивостью крупномасштабных океанских процессов. При этом на короткопериодную изменчивость климата (периоды 2—3 года) влияют относительно ограниченные районы океана. В этом смысле характерно хорошо известное явление Эль-Ниньо у берегов Южной Америки. Наблюдения и гидродинамическое моделирование показали, что при

ослаблении пассата (восточный ветер в тропической зоне Мирового океана) теплые воды из западной части Тихого океана направляются к берегам Южной Америки. В результате здесь резко повышается температура поверхностных вод. Это приводит к изменению теплового взаимодействия океана с атмосферой и, как следствие, к сильным отклонениям климатических условий от их средних значений над территорией Южной Америки. Исследования явления Эль-Ниньо проводятся по международной программе TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere — Тропический океан и глобальная атмосфера).

Изучению короткопериодных изменений климата посвящена и советская национальная программа «Разрезы». Она основана на концепции энергоактивных зон Мирового океана, где наиболее ярко проявляется изменчивость гидрофизических процессов, приводящих к формированию крупномасштабных тепловых аномалий поверхностных вод (Земля и Вселенная, 1986, № 3, с. 31.— Ред.).

Долговременная изменчивость климата (периоды в несколько десятилетий и более) зависит от поведения всего Мирового океана в целом. При этом первостепенное значение имеют переносы тепла, пресной воды, глобальные круговороты O_2 и CO_2 . Крупномасштабные вариации переносов определяются пространственно-временной изменчивостью

общей циркуляции Мирового океана.

Для предсказаний изменения климата необходимо создать глобальную объединенную модель океан — атмосфера. Однако для реализации этой сложной задачи потребовалось провести интенсивные и широкомасштабные экспериментальные исследования в Мировом океане — изучить роль различных физических механизмов в формировании и изменчивости циркуляции и гидрофизических полей, определить репрезентативные районы океана, где непрерывные измерения в общей системе наблюдений за климатом должны проводиться в течение десятилетия. Такие измерения позволили бы более точно описать океанские процессы и послужили бы основой для проверки и коррекции глобальной прогностической модели климата океана.

С этой целью в 1986 г. по инициативе американских ученых был создан первый научный проект Глобального эксперимента по циркуляции океана (WOCE). Четыре года велась работа по уточнению отдельных разделов научной программы, согласованию национальных программ стран-участниц для создания единого плана проведения глобального эксперимента. Проект состоит из трех базовых проектов. Основная задача базового проекта 1 — «Глобальное описание» — дать количественную картину крупномасштабных течений во всем Мировом океане, переноса в нем тепла,

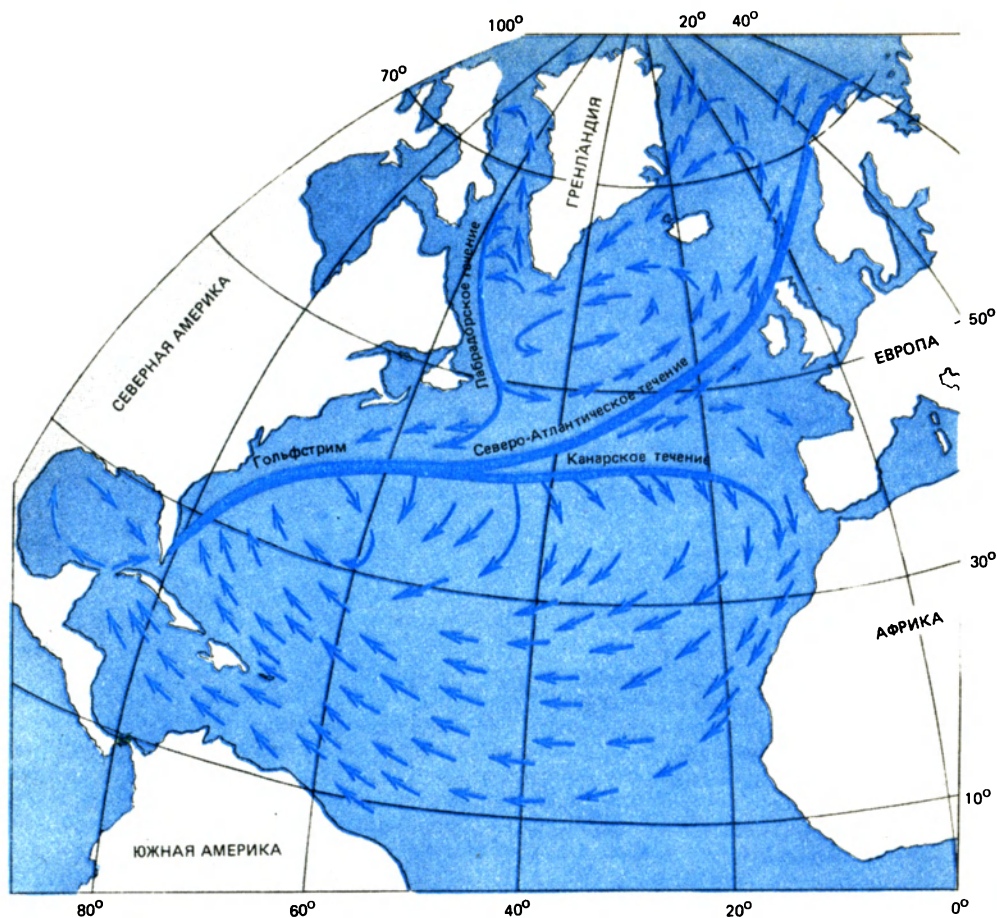


Схема среднеклиматической циркуляции вод Северной Атлантики

солей и химических соединений (фосфатов, нитратов, CO_2 и др.). Базовый проект 2 — «Южный океан» — предполагает сбор количественных характеристик циркуляции в Южном океане и описание взаимодействия Антарктического циркулярного течения с циркуляциями вод Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Базовый проект 3 — «Эксперимент по динамике круговоротов» — объединяет экспериментальные исследования физических процессов формирования, изменчивости и взаимодействия крупномасштабных циклонических (вращение вод против часовой стрелки) и антициклонических круговоротов. Подобные исследования

проводятся главным образом в северной части Атлантического океана.

Осуществляется программа Глобального эксперимента по циркуляции океана следующим образом. Гидрофизические и гидрохимические характеристики измеряются вдоль глобальной системы разрезов, пересекающих океаны преимущественно в зональном и меридиональном направлениях. Проводятся также повторные измерения на разрезах и в ограниченных акваториях океана, там, где наиболее

ярко проявляется изменчивость гидрофизических полей. На 300 станциях — у берегов континентов и океанских островов — выполняются непрерывные наблюдения за уровнем океана. В программу включены измерения течений глубинными дрейфующими поплавками (акустически связанными с приемными станциями), глубинными периодически всплывающими и поверхностными поплавками (положение тех и других определяется со спутников). В программе также предусмотрены измерения температуры и электропроводности в толще океана с помощью заякоренных автономных систем. И наконец, выполняются спут-

никовые измерения температуры поверхности океана, уровня поверхности, направления и силы ветра и характеристик ледового покрова.

Наша страна принимает участие в этой международной программе. В 1989 г. создан советский координационный научный комитет WOCE (председатель — академик Л. М. Бреховских).

ОБЩАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОД СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

Средняя климатическая циркуляция вод в Северной Атлантике складывается из циклонического субполярного и антициклонического субтропического круговоротов вод. Субтропический круговорот значительно больше субполярного. Меридиональный перенос теплых вод к северу осуществляется в нем узким, но чрезвычайно мощным течением Гольфстрим, которое вплоть до 40° с. ш. проходит вблизи побережья Северной Америки. В районе мыса Гаттерас Гольфстрим отходит от берега, и при дальнейшем движении на восток часть его вод включается в антициклональный субтропический круговорот, другая образует Северо-Атлантическое течение, которое направляется на северо-восток. Часть вод этого течения формирует субполярный циклонический круговорот, другая поступает в Северный Ледовитый океан.

В циклоническом круговороте южный перенос вод осуществляется у западного побережья Америки холодным Лабрадорским течением, которое также разделяется на две ветви: одна поворачивает на восток, формируя циклонический субполярный круговорот, другая, погружаясь под Гольфстрим вдоль Американского континента, включается в глубин-

ную циркуляцию субтропической области океана.

В северных широтах (субполярный циклонический круговорот) океан отдает тепло атмосфере, в тропических (субтропический антициклональный круговорот) океан нагревается. Компенсация тепла в этих зонах осуществляется главным образом путем переноса тепла Северо-Атлантическим и Лабрадорским течениями. Изменения интенсивности этих течений во времени приводят к перераспределению тепла между субполярной и субтропической областями океана и формированию в них тепловых аномалий, которые могут вызывать возмущения характеристик и циркуляции атмосферы.

ДЕЛЬТА ГОЛЬФСТРИМА

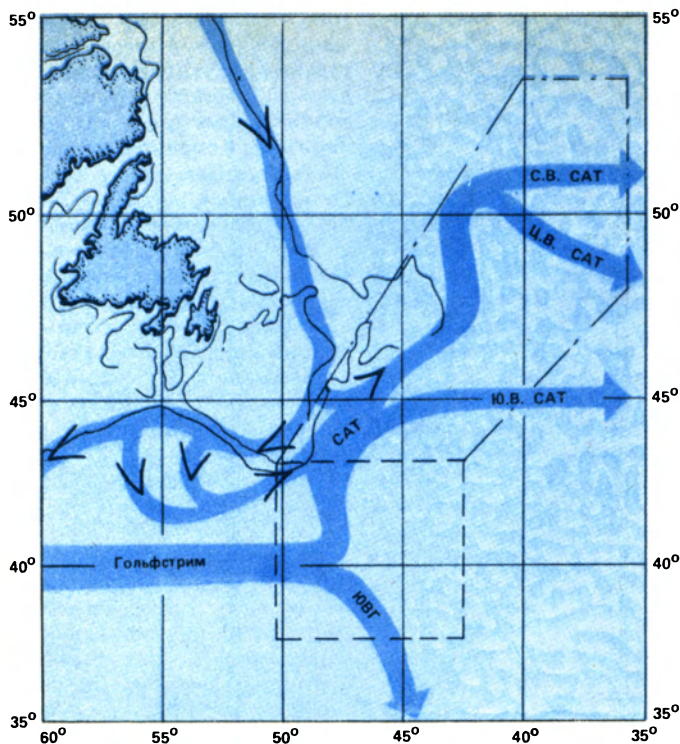
К настоящему времени в дельте Гольфстрима выполнен целый ряд экспериментальных исследований — в различные годы и сезоны. Оказалось, что структура и интенсивность течений в каждый конкретный период времени существенно отличались от средней климатической картины течений, на основе этих данных была построена обобщенная схема циркуляции вод и выделены характерные типы циркуляции. Однако из-за больших перерывов в повторных измерениях нельзя было окончательно решить многие важные вопросы: о скорости перестройки течений в этом узлом районе Северной Атлантики, о времени существования тех или иных типов циркуляции вод, о их статистической значимости. В связи с этим было решено провести три последовательные серии измерений в течение трех месяцев.

В экспедиции участвовали научно-исследовательские суда Института океанологии «Витязь», «Академик Курча-

тов», «Профессор Штокман». Основные экспериментальные исследования проводились путем измерения вертикальных профилей температуры и солёности по контуру, охватывающему дельту Гольфстрима, верховье Северо-Атлантического течения и его ветви. Проводились также достаточно подробные измерения на регулярной сетке станций в самом районе дельты, специальные исследования во фронтальных зонах Гольфстрима и Северо-Атлантического течения, измерения течений на десяти автономных буйковых станциях на 36° з. д. На первом этапе (апрель) были выполнены измерения по контуру, на втором (май) — гидрофизическая съёмка в районе дельты Гольфстрима, на третьем (июнь) — измерения по контуру, повторная гидрофизическая съёмка дельты и инструментальные измерения течений. На всех трех этапах проводились детальные измерения мезоструктуры фронтальных зон.

Измерения первого типа позволили на основе полуэмпирических методов вычислить расходы и скорости течений Гольфстрима, Северо-Атлантического течения и их ветвей, определить их положение в пространстве и изменчивость во времени. Измерения второго типа дали возможность описать пространственную структуру водных масс, струйных течений и вихрей, вычислить поле течений и расходы отдельных ветвей и вихрей. С помощью измерения третьего типа удалось определить скорости течений и расходы основных ветвей Северо-Атлантического течения.

Анализ всех этих исследований показал, что количество отдельных ветвей течений, их мощность и положение в пространстве суще-



Общая схема циркуляции вод в районе дельты Гольфстрима. Пунктиром и штрих-пунктиром обозначены районы работ экспедиции в дельте Гольфстрима и по контуру: НАТ — Северо-Атлантическое течение; ЮВГ — Южная ветвь Гольфстрима; ЮВНАТ — Южная ветвь Северо-Атлантического течения; ЦВНАТ — Центральная ветвь Северо-Атлантического течения; СВНАТ — Северная ветвь Северо-Атлантического течения

ственно изменяются во времени.

Так, в первый период исследований (апрель) Гольфстрим в районе $49^{\circ}30'$ з. д. находился в самом северном положении на $41^{\circ}00'$ с. ш. Северо-Атлантическое течение имело только две ветви (южная отсутствовала). В мае ось Гольфстрима находилась уже на 39° с. ш., сместившись за месяц на 120 миль ($220'$ км) к югу. От южной ветви Гольфстрима в районе 37° с. ш. отделилась струя, которая, меандрируя, направ-

лялась на север и образовала южную ветвь Северо-Атлантического течения. На третьем этапе (июнь) южная ветвь Северо-Атлантического течения отделялась от него в районе $41^{\circ}30'$ с. ш. и направлялась на восток.

Анализируя результаты расчетов, относящиеся к расходам струйных течений в различные месяцы, отметим, что суммарный расход Гольфстрима и течения склоновых вод за весь период экспедиционных исследований оставался постоянным и имел максимальное значение $62-63$ Св (10^6 м³/с), измеренное в 1967 г. (единица расхода течения Св названа по имени норвежского ученого Свердрупа). В то же время, суммарный расход ветвей Северо-Атлантического течения существенно повышался: в апреле он составлял 38 Св, в мае — 52 Св, июне — 54 Св. (Из исторических данных известно, что средний расход Се-

веро-Атлантического течения составляет 35,6 Св, а максимальный, наблюдавшийся в 1979 г. — 45,1 Св.). Соответственно изменялся и расход южной ветви Гольфстрима: в апреле он был равен 25 Св, в мае — 10 Св, в июне — 8 Св. За время исследований наблюдалось также существенное перераспределение расходов воды между отдельными ветвями Северо-Атлантического течения.

Поскольку температура Гольфстрима, Северо-Атлантического течения и их ветвей изменяется незначительно, перенос тепла в этом районе определяется главным образом расходом струйных течений. Из приведенных значений расходов нетрудно видеть, что в мае перенос тепла ветвями Северо-Атлантического течения был на 27 %, а в июне на 30 % больше, чем в апреле. Интересно отметить, что расходы течений, а следовательно, и переносы тепла в 1990 г. были аномально высокими по сравнению с историческими данными.

Вихревое поле в исследуемом районе, как и система струйных течений, существенно изменялось от одного этапа измерений к другому. Это связано, согласно модельным расчетам, с гидродинамической неустойчивостью струйных течений. При усилении течения образуется меандр, который при определенных условиях может отсекаться в виде вихря. Результаты моделирования были полностью подтверждены в экспедиции. На втором этапе, как мы уже отмечали, наблюдалось резкое усиление Северо-Атлантического течения. Оно сопровождалось, и это показали измерения, образованием мощного меандра, а на третьем этапе образовался уже отсеченный от меандра холодный вихрь.

Каковы же итоги исследо-

ваний, проведенных экспедицией в дельте Гольфстрима? Прежде всего они показали, что здесь наблюдается существенная изменчивость структуры, интенсивности циркуляции вод и вихреобразования. А это, естественно, приводит к значительным вариациям теплообмена между субполярным циклоническим и субтропическим антициклоническим

круговоротами. Необходимо провести в этом районе длительный цикл непрерывных наблюдений с тем, чтобы изучить связь нестационарных процессов в дельте Гольфстрима с крупномасштабным воздействием атмосферы на акваторию Северной Атлантики. Первые модельные и эмпирические результаты в настоящее время уже получены. В част-

ности, показано, что изменение интенсивности субтропического атмосферного антициклона коррелирует с изменением расхода Гольфстрима. Детальное изучение этой проблемы — важнейшая задача национальной программы «Разрезы» и международной программы WOCE.

Информация

Геофизический эксперимент и протесты «зеленых»

В январе 1991 г. американские научно-исследовательские суда «Эми Чуэст» и «Кори Чуэст» вышли из порта Фримантл (Западная Австралия), чтобы начать эксперимент, связанный с изучением современных тенденций климата в глобальном масштабе. На дне южной части Индийского океана, в 80 км от субантарктического острова Херд, экспедиция предполагает установить источник звука, сигналы которого можно регистрировать во всех океанах Земли, кроме Ледовитого. Известно, что скорость распространения звука зависит от температуры среды, поэтому точные измерения момента прихода сигнала позволят определить флуктуации температуры в различных слоях моря.

В качестве источника звука предполагается разместить на дне Индийского океана лист алюминия, который будет совершать колебания под действием гидравлически управляемого поршня и тем самым издавать акустический сигнал.

Перед самым началом работ австралийские защитники природной среды заявили протест. «Зеленые» обращают внимание на то, что мощные звуковые колебания могут причинить вред китам и другим морским млекопитающим (водный слой, в котором в ходе эксперимента будет распространяться звук, близок к тому акустическому каналу, по которо-

му «переговариваются» киты). Однако, согласно условиям, поставленным международной Комиссией по морским млекопитающим, с судна «Эми Чуэст» за четверо суток до начала работ выполнены наблюдения за поведением морских животных в радиусе до 50 км (с помощью приборов, регистрирующих звуки, издаваемые китообразными и другими обитателями океана).

Представитель известной природоохранительной организации «Гринпис» в Сиднее Д. Иггалден считает, что такие наблюдения следовало провести за год до начала работ. Но ему возразили многие ученые, они считают, что уже на расстоянии в 50 км от источника сила звука становится ниже нормального фонового уровня. Болезненную реакцию звук может вызвать у животных лишь на расстоянии не дальше 16 м.

Перед началом работ сотрудник Управления научных и технических исследований Австралии в Хобарте (Тасмания) Э. Форбс подчеркнул: «Глобальное потепление Мирового океана, которое мы намерены изучить, имеет куда большее потенциальное влияние на животный мир моря, чем искусственные акустические колебания».

New Scientist, 1991, 129, 1752

Извержение вулкана на морском дне

При фотосъемке в 1989 г. дна Тихого океана в пределах подводного хребта Хуан-де-Фука (вдоль побережья штатов Орегон и Вашингтон) обнаружили невысокий холм, явно образованный молодой лавой (высота его 35 м,

ширина — 1 км). Когда же морские геологи из Национального управления по изучению океана и атмосферы США (Ньюпорт, штат Орегон) и из Университета того же штата сопоставили фотоснимки с материалами проведенного здесь в 1981 г. акустического зондирования морского дна, то никакого холма не оказалось. Значит, между 1981 и 1989 гг. здесь произошло мощное извержение подводного вулкана, которое до сих пор не обнаружили?

Вообще вулканизм на морском дне — явление не столь уж и редкое. Но данный случай замечателен тем, что поддается датированию. К тому же извержение произошло в глубоководных условиях, в зоне спрединга — растяжения морского дна, при котором формируется молодая земная кора. И хотя явление спрединга известно геофизикам почти 30 лет, механизмы его изучены крайне слабо. Поэтому впервые зафиксированное извержение пока еще безымянного вулкана на хребте Хуан-де-Фука привлекло к себе внимание специалистов. Ранее, обнаруживая на дне молодую вулканическую лаву, геологи не могли точно сказать, когда именно она изливалась. Теперь же временные рамки известны — всего около 8 лет назад.

Извержение это, как предполагают исследователи, — один из эпизодов подповерхностного спрединга морского дна там, где гигантская Североамериканская плита земной коры погружается под Тихоокеанскую, и расплавленные породы недр проникают в зазор между ними.

Science News, 1991, 139, 15

Симпозиумы, конференции, съезды

Геотомография: проблемы и заботы

Современная геофизика стоит перед необходимостью совершенствовать свои методы решения новых, все более сложных и тонких задач. Чтобы контролировать экологическое состояние среды обитания, оценивать опасность техногенных нагрузок на оболочки планеты, нужно «видеть» недра в их динамике. Такое своеобразное «сверхзрение» дает геотомография (в частности, сейсмотомография) — новая ветвь наук о Земле, вышедшая в последнее время на передовые рубежи.

В 1981 г. при Государственном комитете СССР по науке и технике (ГКНТ) был создан Совет по томографии, в нем оформились несколько секций — физическая томография, промышленная, математическая, алгоритмическая, медицинская, наконец, геотомография. Каждые два года совет собирал всесоюзные симпозиумы. Возникло и окрепло сообщество «единоверцев», которые вели совместные исследования, обменивались идеями и программами. Теперь не стало ГКНТ, как нет и прежней Академии наук. Об этом и напомнил, открывая V-й Всесоюзный симпозиум по вычислительной томографии (ноябрь 1991 г., Звенигород), член-корреспондент РАН, заместитель директора Института физики Земли А. В. Николаев. Вместе с тем, есть дееспособные коллективы, зани-

мающиеся томографией. Есть и ряд отечественных и международных программ, связанных с мониторингом и экологией окружающей среды, в которых томография может успешно работать.

На пленарном заседании симпозиума речь шла о результатах деятельности секций за прошедшие два года, затем начались их отдельные заседания. Остановимся на работе секции геотомографии, которая, собственно говоря, была хозяйкой «звенигородского бала» (сопредседатели секции А. В. Николаев и В. М. Бухштабер, ученый секретарь И. А. Санина).

Что же такое геотомография? В переводе с греческого слово «томография» означает «последовательное описание». Геотомография указывает объект описания — Землю, а сейсмотомография — метод описания с помощью упругих волн. Итак, сейсмотомография — это нетрадиционный метод обработки сейсмических наблюдений, в котором используются волны, проходящие в исследуемую среду с разных сторон и под разными углами.

Регистрируя проходящие волны, удается «окопнуть» ту или иную область в земных недрах, получить ее своеобразную объемную «рентгенограмму» (подобно тому, как исследуются ор-

ганы человеческого тела в медицинской томографии). При этом сейсмотомография способна обнаруживать многие детали — неоднородности, отдельные блоки и другие образования в недрах, нередко играющие ключевую роль в возникновении месторождений, процессах геодинамики, подготовке землетрясений.

Выступавшие на заседаниях секции подчеркивали относительную дешевизну метода геотомографии по сравнению, например, с промышленной или медицинской, где применяются весьма дорогостоящие приборы-томографы. К тому же работает геотомография на «остаточном» принципе, довольствуясь теми системами наблюдений и материалами, без которых не обходятся никакие сейсмические эксперименты. По устным и стендовым докладам симпозиума можно было почувствовать, как идеи, методы и алгоритмы томографии все больше проникают в различные оболочки Земли — не только в земную кору, мантию, литосферу, но и в океан, ионосферу и даже ближний космос.

Первым удачным результатом, полученным с помощью сейсмотомографии, можно считать исследование земной мантии, выполненные в 1971 г. академиками А. С. Алексеевым, М. М. Лаврентьевым с сотрудниками на профиле Памир — Бай-

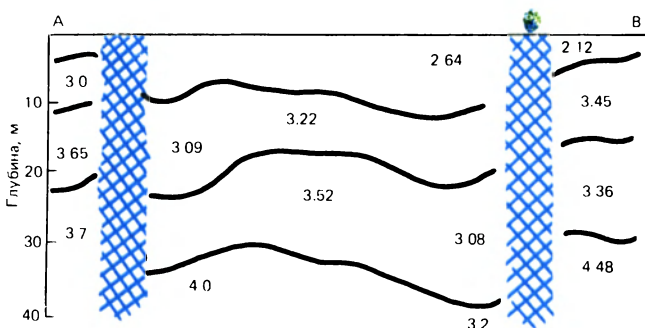
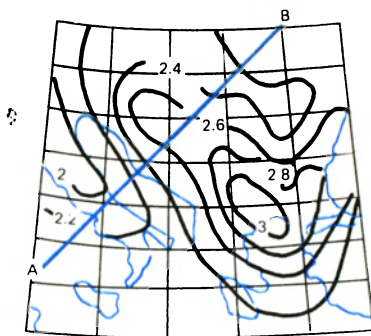
кал. Тогда был построен скоростной разрез до глубины 300 км, и в нем отмечены существенные изменения свойств мантии по горизонтали.

Доклады по сейсмотомографии на звенигородском симпозиуме касались исследований различных слоев Земли. Профессор Санкт-Петербургского Государственного

Университета

Т. Б. Яновская представила результаты изучения литосферы юго-восточной Европы по групповым скоростям поверхностных волн от удаленных землетрясений. Благодаря применению томографической обработки данных впервые в сложном по тектонике регионе (Карпаты — Балканы — Апеннины — Восточное Средиземноморье) удалось построить трехмерное распределение скоростей поперечных волн до глубин в десятки километров. «Скоростные картины» коррелируются с тектоническими: низкие скорости волн регистрируются под осадочными бассейнами, высокие — под горами и платформами. Но именно томография, и это особенно нужно подчеркнуть, обогатила скоростной разрез литосферы Европы новыми деталями, такими, как криволинейные границы, изменяющиеся по горизонтали скорости волн, присутствие разломов.

Томографический алгоритм позволил переосмыслить и данные глубинного сейсмического зондирования земной коры в юго-восточной части Финляндии. Ю. А. Бурмаков, И. П. Косминская (Институт физики Земли РАН) и Н. В. Шаров (Геологический институт Кольского научного центра) обработали большой массив информации о продольных волнах, возбужденных взрывами на удаленностях от 10 до 350 км. Затем были построены карты скоростей волн на глубинах 10, 20, 30,



40 км, а по ним — трехмерная модель земной коры этой территории. Обнаружены крупные неоднородности скорости, например, обширный прогиб в поверхности Мохоровичича — границе между земной корой и мантией.

На заседании секции геотомографии было продемонстрировано много новых интересных результатов. Однако коренной вопрос — оценка разрешающей способности метода сейсмотомографии — пока изучен недостаточно. К тому же более скудная, по сравнению с зарубежной, отечественная техническая база (вычислительные машины, сети станций) не дает возможности получать столь яркие результаты, какими располагают сейчас в других странах. Так что нашим ученым придется изощряться в математике и алгоритмах. И в этом мы, надо сказать, преуспели,

Изолинии скоростей поверхностных сейсмических волн в литосфере юго-восточной Европы (верхний рисунок) и скоростной разрез по профилю АВ в том же регионе (нижний рисунок). Цифры — величины скоростей, линии — границы слоев. Благодаря применению томографической обработки выявилось много новых деталей строения литосферы — криволинейные границы слоев, разломы (показаны цветом)

о чем говорят, например, работы новосибирских математиков, обсуждавшиеся в Звенигороде.

И все же есть в сейсмотомографии направление, где отечественные ученые могут считаться пионерами. Это **эмиссионная, или шумовая сейсмотомография**. В ней используются волны сейсмической эмиссии — микросейсмь, излучаемые шумящими (например, нагретыми

ми) объектами в недрах Земли. Волны эти улавливает сейсмическая «антенна» — группа сейсмографов, передвигающихся по земной поверхности. По энергии сигналов, приходящих с разных глубин, строится изображение шумящего объекта.

Сообщение о таких исследованиях сделали на заседании секции Б. М. Шубик и В. Л. Киселевич (Институт физики Земли РАН), сопроводив его яркими цветными иллюстрациями на дисплее компьютера (см. иллюстрации на 2-й стр. обложки). Наблюдения проводились под руководством члена-корреспондента РАН Л. Н. Рыкунова в неовулканическом районе Северной Исландии. Здесь удалось обнаружить шумящие объекты на глубине около 2 км, совпадающие с известными гидротермальными резервуарами.

Сегодня ученые считают,

что главные открытия геотомографии еще впереди. Эти методы могут сыграть заметную роль в решении экологических проблем, охране окружающей среды и природопользовании. Необходим мониторинг — непрерывное слежение за природными и техногенными процессами с томографической обработкой данных наблюдений. Об этом говорил в своем докладе В. М. Бухштабер. Особенно важно контролировать то, что связано с риском и чревато опасностями (наведенная сейсмичность, устройство искусственных водоемов, нарушение озонового слоя, захоронение радиоактивных отходов). Заметить, как развиваются подобные процессы и нарастает угроза, нелегко. Индикаторы процессов зачастую ничтожны, и для их выявления требуются тонкие изощренные методы, изобретательность исследователей и сложный вычисли-

тельный аппарат. Всем этим владеет или планирует овладеть геотомография.

Но выживет ли она в наше столь сложное время? Об этом шла речь и на специально организованном в рамках симпозиума заседании «круглого стола», и в кулуарных дискуссиях, и на заключительных обсуждениях. Все согласилось с тем, что существующие сейчас связи специалистов в этой области ни в коем случае не должны разрушаться. Был даже провозглашен своеобразный «суверенитет» томографии: решили создать Ассоциацию томографистов, объединить заинтересованных в ней и подчас не очень уверенных в завтрашнем дне коллег — товарищей по счастью заниматься этой удивительной областью науки и практики.

И. Н. ГАЛКИН
кандидат физико-математических наук

Информация

Золото океана

Международная группа немецких и французских морских геологов и геофизиков (Ахенский технологический университет, Федеральный институт наук о Земле и природных ресурсов в Ганновере, Институт использования ресурсов моря в Бресте) изучала химический состав донных пород юго-западной части Тихого океана. Особенно интересными оказались образцы грунта, поднятые с

глубины 1100 м с помощью обитаемого научно-исследовательского аппарата «Наутилус» в районе подводного хребта Валу-Фа (22° ю. ш.) западнее архипелага Тонга. Здесь расположена область спрединга (растяжения земной коры), приуроченная к центру островной дуги Лау.

В образцах грунта обнаружены зерна золота размерами до 5 мкм. Известно, что в древних центрах спрединга из недр сквозь расщелины выносятся на поверхность дна минералы, которые, взаимодействуя с холодной морской водой, а затем осаждаваясь, образуют скопления сульфидных металлов — цинка, никеля, марганца. Золото же среди них не было найдено ни разу.

Теоретические модели, как считает М. Ханнингтон из Геологического управления Канады, позволяют предсказать, что в подоб-

ных сульфидных отложениях может встречаться и самородное золото. Но, изучая другие отложения сульфидов, геологи до сих пор находили драгоценный металл лишь в виде следов, в очень малых концентрациях. Отдельные же зерна золота, образовавшиеся в подобных условиях, обнаружены в образцах грунта в гervый раз.

В пределах срединно-океанических хребтов, где вулканические породы имеют иной состав, золото в металлическом состоянии также еще не находили.

New scientist, 1990, 128, 1743

Вселенная помолодела!

Группе канадских астрономов впервые удалось различить тысячи отдельных звезд, входящих в состав галактики NGC 4571 в созвездии Девы — ближайшей к нам крупной галактике. Наблюдения проводились на Канадско-французско-гавайском телескопе, расположенном на горе Мауна-Кеа (о. Гавайи, США). Новая методика позволила увеличить угловую разрешающую способность до $0,4''$. Это дало возможность уменьшить площадь изображения звезды в 5 раз.

По наблюдениям удалось заново оценить расстояние до этой галактики: оно составляет всего 50 млн св. лет (почти вдвое меньше принимаемого до сих пор).

Открытие важно не только само по себе: расстояние до скопления Девы — один из «ключей» определения возраста Вселенной и скорости ее расширения. Если расчеты верны, то возраст Вселенной составляет не более 10 млрд лет.

Первоначально подобные наблюдения предполагалось проводить с помощью космического телескопа «Хаббл», но неполадки в его работе сорвали эти эксперименты, после чего канадско-гавайская группа разработала свою методику наземного эксперимента, оказавшуюся весьма успешной.

Нашлись у этого открытия и оппоненты. Так, М. Биркиншоу (США) полагает, что ученые могли ошибиться в определении наиболее ярких звезд в скоплении Девы, к тому же скорости движения ближних галактик могут не совпадать со скоростью расширения Вселенной в целом. Он

предложил свой метод определения размеров значительно более удаленных скоплений по излучению и поглощению входящих в их состав газов. Этот метод дает основания полагать, что Вселенной уже 20 млрд лет. Дискуссия продолжается.

New Scientist, 1991, 130, 1773

Каждую галактику питает квазар

Квазары — это яркие источники излучения в оптической и других частях спектра. Обычно они находятся в центре какой-либо галактики. Среди астрофизиков распространено мнение, что квазар представляет собой сравнительно небольшой горячей газовой диск, окружающий черную дыру, масса которой может составлять 10^6 МС.

До сих пор специалисты полагали, что радиогалактики устроены иначе, чем «квазарные». Однако, это мнение теперь опровергается работами группы сотрудников Калифорнийского технологического института, возглавляемой Дж. Дьорговским (США). Ученые наблюдая на 5-метровом телескопе Паломарской обсерватории и применяя камеру, чувствительную к инфракрасному излучению, обнаружили в центре радиогалактики Лебедь А, расположенной в 750 млн св. лет от нас, крошечный источник ИК-излучения, совпадающий с радиоисточником. Инфракрасный источник похож на квазар, но он удивительно слаб и невидим в оптической области.

Известно, что яркость квазара в инфракрасных лучах пропорциональна его интенсивности в рентгеновском диапазоне. Галактика Лебедь А — мощный источник рентгеновского излучения.

Соответствующий ему по интенсивности квазар должен бы излучать в ИК-диапазоне в 200 раз сильнее, чем наблюдается. Такой квазар можно было бы легко наблюдать в оптическом диапазоне.

Недавно независимо работающая группа астрономов, возглавляемая М. Уордом из Оксфордского университета (Великобритания) пришла к выводу: в центре радиогалактики Лебедь А расположен именно квазар, однако, он экранируется тороидальным облаком газа и космической пыли («бубликом»).

Установлено, что инфракрасный источник в центре Лебеда А лежит за плотным водородным облаком. Очевидно, оно и есть часть того же «бублика» с диаметром около 10 св. лет, который обнаружила группа Дж. Дьорговского. С Земли «бублик» виден с торца, поэтому излучение, идущее к нам из центра галактики, должно пройти сквозь довольно плотное скопление материи. Согласно наблюдениям М. Уорда и его коллег, скопление пропускает не более 1/200 всего ИК-излучения, поступающего из находящегося внутри него объекта. Если бы не это обстоятельство, квазар, лежащий в центре Лебеда А, выглядел бы в 10 раз ярче, чем окружающая его галактика. Этот квазар — заурядный среди подобных объектов, но он, по-видимому, самый близкий к нам. Следующий за ним по расстоянию квазар 3С 273 обладает в 30 раз большей светимостью.

Открытие подтверждает бывшее до сих пор чисто теоретическим утверждение, согласно которому все активные галактики устроены в основном одинаково, но при наблюдении с Земли они могут выглядеть различно — в зависимости от своей ориентации относительно нас.

New Scientist, 1991, 130, 1775

Зарубежная космонавтика

Крылья — будущее космического транспорта

Й. ФОЙСТЕЛЬ-БЕХЛЬ,
Д. ИЗАКАЙТ,

Х. ПФЕФФЕР

Управление космических транспортных систем ESA

ЕВРОПА: ПУТЬ В КОСМОС

В отличие от США и Советского Союза, космических сверхдержав, Европа смогла создать свой космический транспорт, не эксплуатируя в качестве движущей силы и финансового рычага политическое противостояние двух систем. Европейские ракеты «Ариан» обязаны своим успехом реальной потребности в системах запуска и, даже в большей степени, тому, что их разработка производилась в условиях ограниченного финансирования. Эти обстоятельства, которые поначалу считались существенным недостатком, впоследствии оказались достоинствами, давшими космической системе возможность развиваться самостоятельно, независимо от политической конъюнктуры. С ее появлением в Европе образовалось около 16 тыс. рабочих мест. А, кроме того, без нее было бы невозможно ни рождение собственной европейской спутниковой индустрии, ни появление континентальных систем слежения за поверхностью Земли, информационной и телекоммуникационной служб.

Первые шаги в космос Европа сделала в 60-х годах, когда началась активная исследовательская деятельность. Создание исследова-

В последние несколько лет основные усилия европейцев в области космического транспорта были сосредоточены на создании РН «Ариан» и многоэтажного космического корабля «Гермес» [Земля и Вселенная, 1988, № 5, с. 41]. Теперь, когда становится ясно, что ученые и конструкторы находятся на правильном пути, можно ожидать, что новые проекты, такие как орбитальная станция «Колумб» и «Доснащенный Гермес», обретут более четкие контуры, и дальнейшие перспективы развития космической техники станут определеннее. О ближайшем и отдаленном будущем Европы в этой области рассказывает в статье специалистов Европейского космического агентства (ESA), которая была помещена в № 66 (май, 1991 г.) Бюллетеня этой организации.

тельских спутников, построенных самостоятельно или в сотрудничестве с США, финансировалось как научная деятельность на льготных условиях, но, благодаря американцам, при запусках не возникало трудностей. Ситуация стала меняться с появлением спутников связи: «чистые» исследования на-

чали уступать дорогу коммерческим интересам.

Поворотной точкой в развитии космонавтики в Европе обычно считают запуск телекоммуникационного спутника «Симфония», разработанного совместно с Францией и Германией, который первоначально предназначался для коммерческих целей, в том числе для трансляции на весь мир телерепортажей с Мюнхенской Олимпиады в 1972 г. Однако из-за условий, выдвинутых Соединенными Штатами, запускавшими спутник на орбиту ракетой-носителем «Дельта», изготовители были вынуждены ограничиться некоммерческой деятельностью. Европа ответила на это решением о начале работы над предложенной Францией программой «Ариан», которая предполагала разработку собственного носителя для доставки спутников на геостационарную орбиту.

Решение сосредоточить усилия на достижении геостационарной орбиты было в то время неожиданным, но дальновидным шагом. Тогда огромные возможности спутника на геостационарной орбите еще не были полностью доказаны, и потребовались большая смелость и значительные усилия, чтобы начать движение в этом направлении.

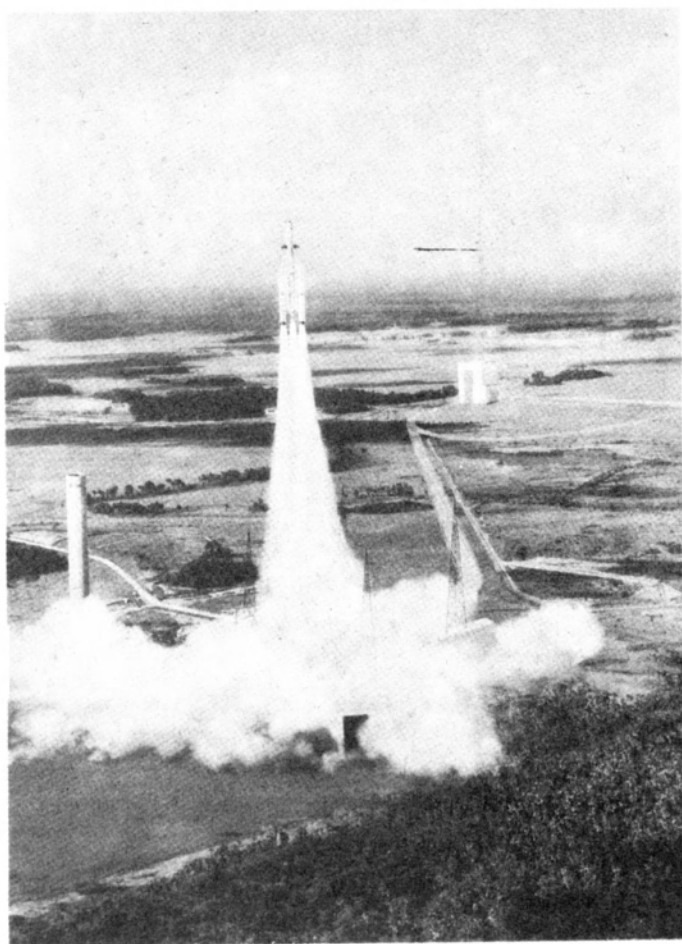
Ракеты-носители (РН)
«Ариан» создавались в условиях ограниченного финансирования и поэтому стали комбинацией как старых, проверенных, так и передовых технологий (например, использование «криогенного» топлива и др.).

Программа «Ариан», первоначально рассчитанная на создание одного носителя, впоследствии дала жизнь целому их семейству. Первая ракета серии, известная как «Ариан-1», послужила базой для создания более совершенных моделей «Ариан-2, -3, -4». С появлением третьей модели в составе ракет-носителей стали применяться твердотопливные двигатели. РН «Ариан-4», которая предлагается сейчас покупателям в шести различных модификациях, стала космической «рабочей лошадкой» Европы. Эти носители способны доставлять на любые орбиты самые разные спутники. Другим новшеством, которое позволило «Ариану» занять его теперешнее место на рынке, стало такое развитие конструкции ракеты, которое дало возможность приспосабливаться к разным полезным нагрузкам и вывести одновременно несколько спутников.

БЛИЖАЙШЕЕ БУДУЩЕЕ

Хотя РН «Ариан-4» вполне обеспечит потребности континента в ближайшие годы, Европа не может позволить себе «почивать на лаврах» и тем самым подвергнуть себя риску утратить независимость и завоеванные позиции на рынке. Чтобы, вопреки меняющимся условиям, сохранить и укрепить их, в 1987 г. было принято решение о создании РН «Ариан-5». Ее первый испытательный полет намечен на 1995 г., а первый коммерческий — годом позже.

Разработка этой новой модели основана на примене-

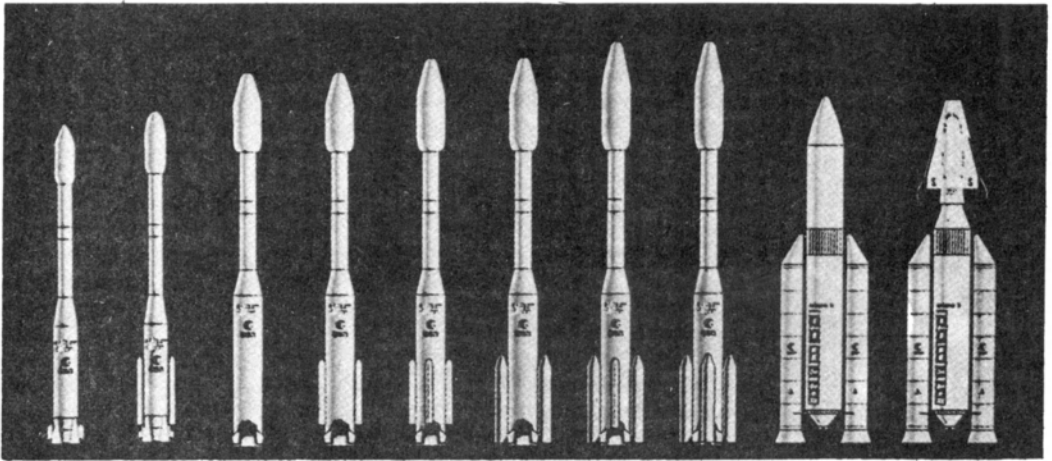


нии технологий, которые позволяют без особого риска уложиться в эти сроки. Тем не менее, «Ариан-5» — это значительный шаг вперед по сравнению с его предшественниками¹. Конструкторская мысль была сосредоточена, в основном, на создании высокоэнергетического криогенного двигателя и многосегментной твердотоп-

Примерно таким увидят старт «Гермеса» очевидцы

ливной верхней ступени, а также на сооружении новой наземной инфраструктуры в Куру (Французская Гвиана), где находится космодром ESA. Как и первые четыре модели, «Ариан-5» должен будет сам окупить расходы на свое создание, которые сейчас в инициативном порядке несут страны-участницы ESA. Этот принцип будет соблюдаться и при реализации всех других сторон проекта.

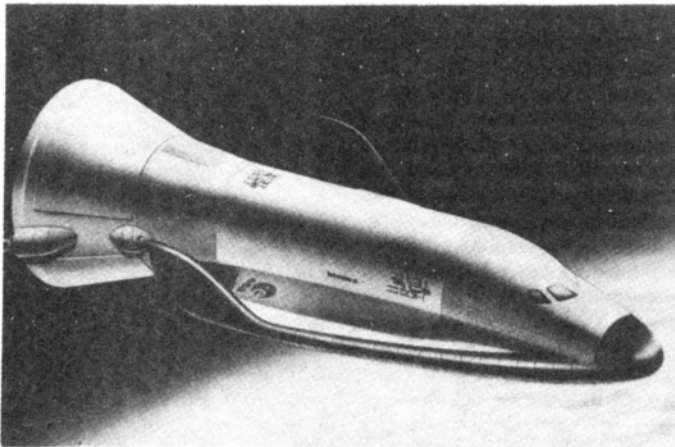
Сотрудничая с США и СССР, Западная Европа уже накопила некоторый предварительный опыт пилотируемых полетов. Это побудило



1980	1984	1988	1988	1988	1988	1988	1988	1995	1998
АРИАН 1	АРИАН 3	АРИАН 4 (40)	АРИАН 4 (42P)	АРИАН 4 (44P)	АРИАН 4 (42L)	АРИАН 4 (44LP)	АРИАН 4 (44L)	АРИАН 5 (L-7)	АРИАН 5 (ГЕРМЕС)
1835 кг*	2650 кг* 2 твёрдотопл. ускорителя	1920 кг*	2600 кг* 2 твёрдотопл. ускорителя	3100 кг* 4 твёрдотопл. ускорителя	3150 кг* 2 жидкостных ускорителя	3800 кг* 2 твёрдотопл. ускорителя 2 жидкостных ускорителя	4230 кг* 4 жидкостных ускорителя	6800 кг*	21000 кг на низкую орбиту

* — масса, выводимая на геостационарную орбиту

Семейство «Арианов»



Европейский космолан «Гермес» с модулем дооснащения

ESA начать работу над долгосрочной программой, нацеленной на создание собственной европейской орбитальной станции. Первые шаги уже сделаны: началась

работа по проекту «Колумб», который предусматривает кооперацию с проектом «Международная Космическая Станция», над которой работают США.

Для того чтобы сохранить свою независимость в космосе, в том числе и в области пилотируемых полетов, Ев-

ропа должна обладать и своим собственным средством доставки экипажей и полезных грузов в космос и обратно. Для этих целей разрабатывается космический самолет «Гермес», при работе над которым учитываются следующие факторы:

1. Спрос. Сейчас невозможно точно определить будущий спрос на пилотируемые транспортные системы. Поэтому их нужно создавать максимально гибкими, допускающими различные варианты работы, включая сотрудничество со странами, имеющими слабо развитые космические программы.

2. Автономность. Программа «Ариан» ясно показывает, насколько важно для европейцев иметь независимый доступ к космосу. Проекты «Ариан-5» и «Гермес», нацеленные на это, создают предпосылки к запуску также независимой орбитальной станции «Колумб». Здесь Европы движут не задетая гордость

или нежелание сотрудничать с другими космическими державами, но потребность в достижении определенных политических и технологических целей.

3. Взаимосвязанность. Будущие функции «Гермеса» сейчас не ограничиваются лишь транспортировкой самых разных грузов, но и предполагают обеспечение функционирования орбитальной станции «Колумб». Поэтому проекты «Ариан-5», «Гермес» и «Колумб» разрабатываются и реализуются в тесной взаимосвязи.

4. Технологии. Кроме задачи транспортировки трех астронавтов и трех тонн грузов на орбиту и обратно, как это предусматривается проектом «Гермес», перед его создателями еще одна цель: разработать технологии для осуществления пилотируемого сверхзвукового космического полета. Больше полумиллиарда ЭКЮ², выделенных на проведение исследовательских работ, предполагается вернуть в виде знаний в различных областях техники, которые будут применяться в аэродинамике, производстве высокотемпературных материалов, энергетике, авионике и т. п. Это делает «Гермес» крупнейшей технологической программой, когда-либо начинавшейся Европой.

5. Ресурсы, имеющиеся для работы над проектами. Космические полеты — один из многих аспектов, обеспечивающих Европе безопасное будущее, поэтому на них выделяется соответствующая финансовая поддержка. Исследовательская

мощь Европы не безгранична, потому требуется сконцентрировать усилия на основных, ключевых направлениях, к которым и относятся космические программы.

ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ КОСМИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

В самолетостроении традиционным подходом считается постепенное усовершенствование существующих систем. Тот же принцип использовался и при реализации проекта «Ариан». Это показывают различные модификации РН «Ариан-2, -3 и -4». В отличие от них, «Ариан-5» — значительный шаг вперед во всех отношениях, поэтому эта РН заслуживает нового имени, да и нет особой нужды использовать хорошую репутацию, которую уже завоевало семейство «Ариан». Можно с уверенностью предположить, что «Ариан-5» станет первой моделью новой серии.

Существует много путей повышения эффективности выведения грузов в космос. Самый быстрый и дешевый из них — усовершенствование турбонасосов, подающих в двигателях первой ступени жидкий кислород. Это позволит установить такое соотношение кислорода и водорода в подающейся в камеру сгорания смеси, которое увеличит давление в камере. Такая идея сейчас используется в работе по созданию нового двигателя «Вулкан Марк-2». В дальнейших разработках предусмотрена установка на первой ступени двух таких двигателей и модифицирование дополнительных ускорителей.

Сейчас довольно трудно добиться снижения стоимости «Ариана-5», так как при его проектировании все было подчинено этой цели.

Существует единственный путь, который поможет решить эту задачу и выгода которого очевидна: превратить «Ариан-5» в частично многоразовый носитель. Это — замена проектируемых сейчас твердотопливных ускорителей на жидкостные, которые могли бы возвращаться на Землю, выпустив убирающиеся при старте крылья. Работа над этим проектом уже ведется.

Еще один проект, над которым трудятся ученые и конструкторы — беспилотная возвращаемая капсула, выводимая на орбиту РН «Ариан-5». После проведения на ее борту различных экспериментов в автоматическом режиме она будет возвращаться на Землю.

Есть и другое предложение, рассматривающееся сейчас: создать космический аппарат для дооснащения и снабжения орбитальной космической станции «Колумб». Он будет устанавливаться в верхней части «Ариан-5», а после ее выведения автоматически состыковываться со станцией.

Большинство этих проектов уже сейчас можно воплощать в жизнь, и Европа сможет извлечь из них выгоду раньше, чем будут приняты решения по новым, более прогрессивным разработкам.

НОВЫЕ ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОЕКТЫ

Трудно создать новый продукт для существующего рынка, но несравненно труднее разработать его для предполагаемого. Чтобы создать космическую транспортную систему будущего, нужно хотя бы приблизительно представлять себе, каков будет спрос на нее.

В настоящее время не существует исследований спроса на услуги космических

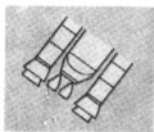
² ЭКЮ — денежная единица объединенной Европы. Курс на 10.10.1991 г.: 1 ЭКЮ=0,78 долл. США.



ВУЛКАН МК II

увеличивает полезную нагрузку для

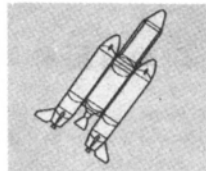
- коммерческих запусков
- "Гермес"
- "Колумба"



АРИАН 5ВМ

два двигателя для увеличенной полезной нагрузки и большей безопасности

- при выведении
- "Гермес"
- "Колумба"



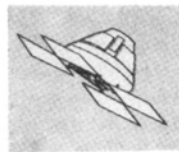
АРИАН 5 R

возвращаемые разгонные блоки для уменьшения стоимости запуска при коммерческих полетах.



ПЕРЕВОЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО АРИАНА

для обслуживания космических станций "Фридом" и "Колумб"



КАПСУЛА АРИАНА

для расширения возможностей полетов

Возможные пути развития базовой модели РН «Ариан-5»



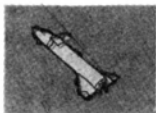
ДВУХСТУПЕНЧАТЫЙ КРЫЛАТЫЙ НОСИТЕЛЬ

Первая ступень: турбореактивная

- дозвуковая?
- сверхзвуковая?
- гиперзвуковая?

Вторая ступень: ракетная

- грузовая/пилотируемая



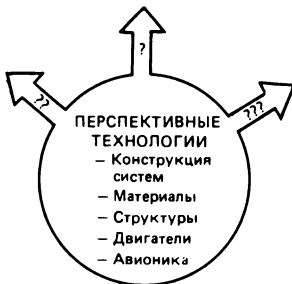
ПЕРЕДОВАЯ ВОЗВРАЩАЕМАЯ РАКЕТА

- Одноступенчатая?
- Двухступенчатая?
- Грузовая/пилотируемая



АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ САМОЛЕТ

- Одноступенчатый
- Комбинация гиперзвукового турбореактивного и ракетного реактивного движения
- Пилотируемый



Долгосрочные перспективы эволюции космического транспорта

дать сейчас предпочтение какой-то одной из них. Поступив так, можно потерять гибкость в выборе дальнейших перспектив развития.

В последние годы в Европе сформулировано множество перспективных концепций развития космической техники. Наиболее заметными стали проекты «Зенгер» (Земля и Вселенная, 1989, № 6, с. 75) в Германии, «Хотол» в Великобритании и «Стар-Эйч» во Франции. На этой стадии рано считать какой-то из них прототипом будущей системы, но в каждом используются все возможные комбинации самых разнообразных базовых технологий. Проблема заключается в том, что, в конечном итоге, все эти концепции — результат интереса к ним общества. Созда-

ется впечатление, что многие параметры будущих кораблей определялись в условиях противостояния немецкой, британской и французской концепций. Однако со временем всем этим проектам предстоит объединиться в единую программу ESA.

В ESA имеются вполне четкие представления о том, какой должна быть эта программа и как она должна быть организована. Она должна начинаться со сравнения между собой всех концепций. Результат будет затем использован для выбора необходимых технологий. Первые контракты на изучение этой проблемы уже размещены ESA во многих европейских институтах и фирмах.

Вторая фаза начнется, когда эти ключевые техно-

логии будут тщательно изучены. Остается неясным лишь одно: потребуются ли строить специальные демонстрационные модели для поддержки концепции ракетной разгонной ступени.

Совершив технологический рывок, Европа определяет желательные направления развития космического транспорта, в частности, решит — пилотируемым или беспилотным предстоит быть ему. Затем, вероятно, к 2000 году, станет ясно — какая именно система будет строиться. Тогда же можно будет более уверенно определить сроки и стоимость предстоящей работы.

Перевод А. Ю. ОСТАПЕНКО

Информация

Результаты полета спутника-платформы

НАСА продолжает исследование доставленного с орбиты спутника-платформы, который был запущен для изучения длительного воздействия космической среды на различные материалы. Спутник LDEF, Long Duration Exposure Facility (Устройство долговременного экспонирования) был выведен на низкую околоземную орбиту в апреле 1984 г. и 68 месяцев находился в космосе, после чего был возвращен на Землю в отсеке полезной нагрузки многоразового космического корабля «Колумбия» в январе 1990 г. Продолжительность пребывания спутника LDEF в космосе должна была составить лишь один год, но катастрофа МТКК «Челленджер» и проблемы с запусками других аппаратов увеличили время его полета.

Установленная на борту спутника аппаратура позволяла получить данные по уровням радиации и эффекту воздействия космических факторов на материалы и конструкции на низкой околоземной орбите и помогла проверить существующие модели воздействия окружающей среды на космические объекты.

Из 57 научных экспериментов, проведенных на борту LDEF, к настоящему времени проанализированы менее 30%. Для обработки остальной информации требуется еще 4—5 лет.

Четыре специально учрежденные группы, осматривавшие спутник LDEF, обнаружили, что весь аппарат был покрыт налетом кремния, происхождение и источник которого не ясны. Ученые НАСА подозревают, что им может быть газообразование при адгезии некоторых экспериментальных образцов. Кроме того, были подтверждены прогнозы воздействия наведенной радиации в конструкции из алюминиевых сплавов.

Оказалось, что задний торец конструкции спутника приобрел примерно в три раза больший уровень радиации от радиоактивного изотопа натрия-22, чем передний. Основываясь на этих данных, ученые НАСА полагают, что космическая станция могла бы быть адекватно защищена при работе на орбите с постоянной плотностью атмосферы. Более высокие уровни радиации, возможно, потребуют дополнительного усиления защиты электронных блоков станции.

Хотя для измерения эффектов воздействия на конструкцию спутника метеоритов и обломков космических аппаратов предполагалось провести только восемь экс-

периментов, в качестве образца для экспериментов с метеоритами и обломками мог бы рассматриваться весь спутник. За время его полета было зарегистрировано более 5000 соударений, из-за чего на его поверхности появились кратеры диаметром от 0,5 до 5 мм. Десятки тысяч еще более мелких будут исследованы позже. Посеребряные поверхности тефлоновых покрытий, которые покрывают некоторые экспериментальные образцы, смонтированные на переднем торце аппарата, обеспечили регистрацию большинства самых сильных повреждений. В местах воздействия частиц серебристая подложка частично расслоилась, а атомарный кислород окислил серебро, что привело к появлению темных пятен в зонах вокруг кратеров.

Часть тонких полимерных пленок на поверхности образцов была разрушена ультрафиолетовым излучением, и большинство образцов, подвергшихся его воздействию, плохо сохранилось. Композиционные материалы подверглись эрозии и были ослаблены соударениями с атомарным кислородом. Более 20% прочности незащищенных этих материалов было потеряно при ударах метеоритов.

Aviation Week and Space Technology, 1991, 134, 24

Из истории науки

Восстанавливая страницы истории

Очерк седьмой. Николай Воронов

История короткой, но яркой научной деятельности Николая Михайловича Воронова полна неясностей и противоречий. Подающий надежды любитель астрономии в Нижнем Новгороде. Быстрый взлет в Ташкенте, публикация серии поразивших астрономическую общественность исследований движения малых планет. Приглашение в Пулковскую обсерваторию, восторженные отзывы крупных специалистов. И вдруг... сенсационное разоблачение, позор на всю Европу (в прямом смысле), изгнание из Пулкова. Недолгий последний период работы в Душанбе. Арест, репрессии, неожиданное освобождение, работа геодезистом. Снова арест, восьмилетнее заключение. Выход на свободу и... неизвестность.

«ОН ПОДДЕЛЫВАЛ ЭФЕМЕРИДЫ»

Впервые о Н. М. Воронове я узнал в июне 1936 г. в экспедиции по наблюдению полного солнечного затмения, организованной Московским отделением ВАГО в поселке Сагарчин (между Оренбургом и Актюбинском). Мне тогда было 18 лет, моему товарищу Геннадию Затейщикову — столько же, Феликс Зигель был на два года моложе.

Начальник экспедиции, 28-летний Игорь Станиславович Астапович, казался нам солидным, много знающим астрономом, как и его заместитель по научной части 24-летний Борис Юльевич Левин.

В свободное время мы собирались вокруг Игоря Станиславовича и слушали его интересные рассказы. Однажды он сказал про Воронова:

— Этот человек, в котором многие признали растущего, даже талантливого молодого ученого, на самом деле ученым не был. Свои научные работы он выдумывал, а эфемериды малых планет подделывал.

— Как выдумывал? Как подделывал? Зачем? — забросали мы рассказчика вопросами.

— Хотел прославиться как ученый. Какие только дифирамбы ни пели ему в Ташкенте и в Пулкове! А потом оказалось, что он никаких вычислений не проводил, его теории были признаны ошибочными (он и сам это признал), а эфемериды малых планет — фиктивными. Так что из Пулкова его выставили...

Долго потом я ничего не слышал о нем. И не мог, конечно, предположить, что «дело Воронова» через год сыграет роковую роль в судьбе директора Пулковской обсерватории профессора Бориса Петровича Герасимовича, возглавлявшего тогда, в июне 1936 г., Пул-



Николай Михайлович Воронов
(1940 г.)

ковскую экспедицию в соседнем Ак-Булаке.

ВЗГЛЯД СПУСТЯ ПОЛВЕКА

О «деле Воронова» меня впервые спросил в 1987 г. американский исследователь, историк науки Роберт Мак-Катчен, изучавший историю сталинских гонений на советских астрономов. Я сообщил ему лишь то, что слышал от И. С. Астаповича полвека назад. Но вопрос Мак-Катчена дал мне импульс, толчок к более подробному изучению этого эпизода в истории советской астрономии. А вскоре вышли из печати воспоминания одного из немногих живых свидетелей «дела Воронова», пулковского астроно-



ма М. Н. Гневышева¹, и статья А. И. Еремеевой о Б. П. Герасимовиче, в которой Воронов был назван «астрономическим Бендером»².

Вот как обстояло дело, судя по воспоминаниям М. Н. Гневышева, которые мы дополнили некоторыми опубликованными материалами.

Н. М. Воронов не имел астрономического образования. Тем не менее, будучи в 1932 г. сотрудником Ташкентской обсерватории, он принял за решение одного из труднейших вопросов небесной механики — построение теории движения малых планет с учетом возмущений от Юпитера и других больших планет. В 1934 г. он опубликовал в «Бюллетенях Ташкентской обсерватории» теории движения ма-

Участники конференции по небесной механике в Астрономическом институте АН СССР, май 1935 г. Слева направо сидят Н. М. Воронов, Н. В. Комендантов, И. И. Путилин, В. Ф. Газе, Б. В. Нумеров, третий справа Н. И. Идельсон, стоит третий справа В. П. Цесевич

лых планет 48 Дорис и 55 Пандоры и послал в немецкий журнал «Astronomische Nachrichten» (Астрономические сообщения) статью с изложением своей теории малой планеты 4 Веста.

В конце 1934 г. в Пулковской обсерватории профессор Б. П. Герасимович и директор Астрономического института АН СССР член-корреспондент АН СССР Б. В. Нумеров тут же пригласили Воронова на работу. Воронов выбрал Пулково.

В мае 1935 г. в Ленинграде проходила научная конференция по теоретической астрономии и небесной механике, на которой с докла-

дом об исследованиях движения малых планет вновь выступил Воронов. Доклад вызвал блестяще. В это же время в «Циркуляре Главной астрономической обсерватории АН СССР» Воронов опубликовал теорию движения малой планеты 13 Эгерия. Ученый совет Пулковской обсерватории присудил ему без защиты диссертации ученую степень кандидата физико-математических наук и дал годичный срок для подготовки докторской диссертации. Поздравительные письма пришли от королевского астронома Г. Спенсера Джонса (Лондон), профессора Г. Котольда (Берлин) и от других ученых.

Старейший астроном Пулковской обсерватории профессор С. К. Костинский воскликнул даже: «Ну теперь мы спокойны за наше Пулково! Его судьба в верных руках: у нас есть свой Лаверь!»

И вдруг, как гром с ясно-го неба, последовало разочарование. Скромная сотрудница Пулковской обсерватории Вера Федоровна Газе,

¹ Историко-астрономические исследования, 1989, вып. 21, с. 350.

² Там же, с. 292.

которой было поручено перевести статью Воронова на английский язык, обнаружила, что вычисленные им эфемеридные места малой планеты 13 Эгерия слишком уж хорошо соответствуют наблюдениям. Наблюдения многих обсерваторий просто не могли обеспечить подобной точности. Со своими сомнениями она пришла к научному руководителю Воронова профессору Н. И. Идельсону. Тот потребовал от Воронова представить вычисления для проверки, предполагая, что в них по недосмотру закралась ошибка. Но Воронов отказался представить расчеты, заявив, что они остались в Ташкенте. Доложили директору обсерватории Б. П. Герасимовичу. Тогда Воронов признался, что никаких вычислений он не делал, а эфемериды составил «на глазок».

Б. П. Герасимович предложил Воронову опубликовать в ближайшем номере «Циркуляра ГАО» заявление, что свою работу о малой планете Эгерия он выполнял в состоянии крайнего умственного перенапряжения, граничащего с психическим расстройством, и что он просит считать эти его результаты недействительными. Воронов согласился, и заявление было опубликовано. Однако скандал, разразившийся вокруг Воронова, вскоре вышел за пределы обсерватории. В газете «Ленинградская правда» появился фельетон некоего Д. Славентантора «Лестница славы», где весьма красочно изобразилась вся эта история. Б. П. Герасимовичу был нанесен новый удар.

Воронова уволили из Пулковской, лишили кандидатской степени. Это событие было перекрыто волной пулковских репрессий (Земля и Вселенная, 1991, № 1, с. 39.— Ред.), которая захлестнула и Б. П. Герасимовича, и самого Воронова. Репрессирова-

ли также директора Астрономического института Б. В. Нумерова, научного руководителя Воронова Н. И. Идельсона и даже разоблачившую Воронова В. Ф. Газе. И еще многих известных пулковских и ленинградских астрономов, не имевших к «делу Воронова» ни малейшего отношения.

За Вороновым прочно утвердилась репутация мошенника от науки. Но кем же он был на самом деле?

ПО СЛЕДАМ ТРУДОВ ВОРОНОВА

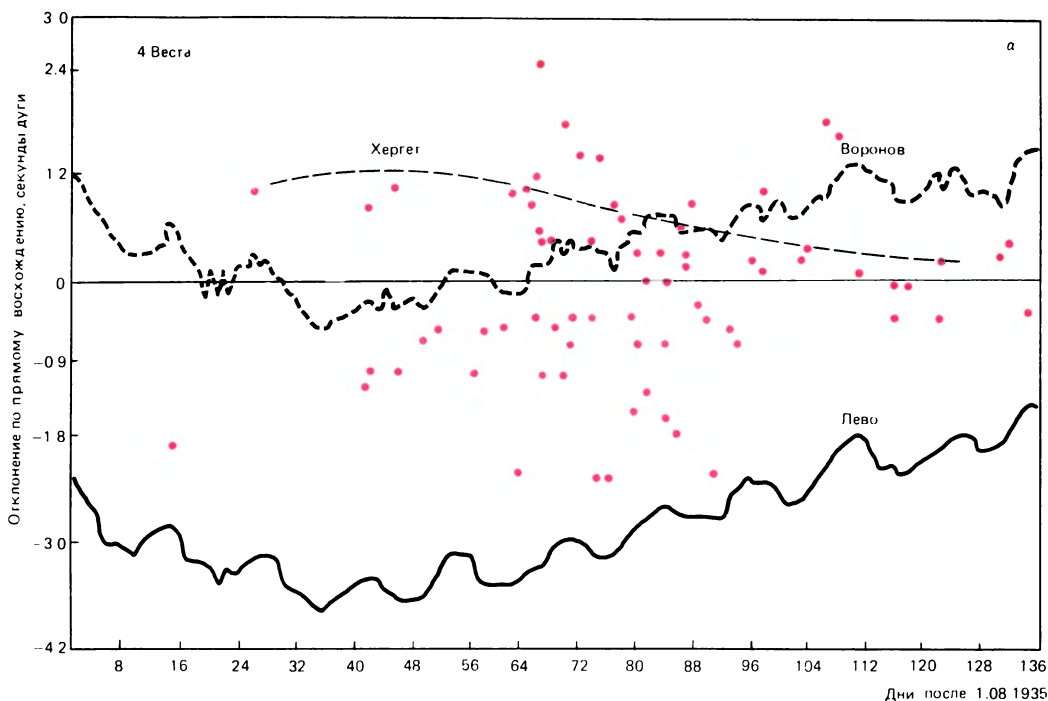
В феврале 1990 г. я начал изучать труды Н. М. Воронова. Ознакомился с его важнейшими публикациями, в которых излагались теории движения четырех малых планет: 4 Весты, 13 Эгерии, 48 Дорис и 55 Пандоры. Выяснилось, что во всех своих работах Воронов использовал метод, предложенный в 1857—1861 гг. немецким астрономом П. А. Ганзеном (1795—1874). Этот полуаналитический метод — в нем некоторые параметры берутся в численном виде по данным наблюдений — успешно применялся к орбитам малых планет с большими эксцентриситетами и наклонами к эклиптике. Способ Ганзена был применен им самим, немецким астрономом Замтером и французским астрономом Г. Лево (1841—1911) к планетам Эгерии и Весте — тем самым, чьи теории разрабатывал Воронов.

Чтобы познакомиться с трудами Ганзена и Лево, я сам спустился в подвал библиотеки Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга, нашел там пять толстенных томов «Анналов Парижской обсерватории» с работами Лево. Оказалось, Лево затратил на создание теории Весты 25 лет. Мог ли что-либо прибавить к этой работе Воронов? Вот что он пи-

шет в своей статье в юбилейном сборнике, посвященном 60-летию Ташкентской обсерватории (1935 г.): «Основное внимание было обращено на построение абсолютной теории движения некоторых малых планет, следуя методу Ганзена. Такого рода объектами автор избрал следующие малые планеты: 4 Веста, 13 Эгерия, 55 Пандора и 433 Эрот. Для этих малых планет была разработана теория их движения с точностью до величин третьего порядка относительно масс³... Так как теория Лево основывалась только на возмущениях 1-го и 2-го порядка, то она... не могла удовлетворить требованиям точности, которая должна быть порядка 0,01—0,02'' в окончательных координатах планеты. Поэтому эта теория была прежде всего заново пересмотрена и перевычислена, исправлены многие неточности в вычислениях Лево и ее точность доведена до неравенств 3-го порядка, которые были вычислены полностью. После этого новая теория была сравнена с нормальными местами и из решения 624 уравнений, содержащих 24 неизвестных, были получены поправки к системе Босса... С той же целью, что и для Весты, была создана теория малых планет 13 Эгерия и 55 Пандора».

Итак, Воронов за какие-нибудь год-полтора (работа о Весте датирована 20 сентября 1934 г., а «Бюллетень Ташкентской обсерватории» со статьей о Пандоре сдан в набор 29 сентября 1934 г.) проделал колоссальную работу, уточняя теории этих малых планет. Его статьи

³ Массы возмущающих больших планет принято выражать в единицах массы Солнца, так что это весьма малые величины, а их третьи степени и подавно.



по этому вопросу производят самое серьезное впечатление. Поражает эрудиция: Воронов знал труды не только классиков, как Ганзен, Хилл, Ньюком и Лево, но и работы малоизвестных исследователей — немецкого астронома Г. Остена (1875—1936), трудившегося над теорией 447 Валентины, шведского астронома А. Мёллера (1830—1896), изучавшего движение 55 Пандоры, подполковника Генерального штаба русской армии Д. Д. Обломиевского (1834—1897), опубликовавшего в 1866 г. теорию малой планеты 48 Дорис, построенную тоже по методу Ганзена. Ссылается Н. М. Воронов и на труд М. А. Вильева о планете 55 Пандора, опубликованный в 1916 г.

И вдруг... неожиданное обстоятельство. В одном из томов «Анналов Парижской обсерватории», где приводятся составленные Г. Лево нормальные места Весты за первые 80 лет ее наблюдений, три страницы кем-то аккуратно вырезаны. Уж не

Отклонения по прямому восхождению эфемерид Воронова, Лево и Хергета от современной эфемериды Весты, вычисленной Д. Денхемом (по Р. Мак-Катчену). Точки — данные наблюдений обсерваторий мира

Воронов ли это? Леня было переписывать или не хотел, чтобы данными воспользовались другие?

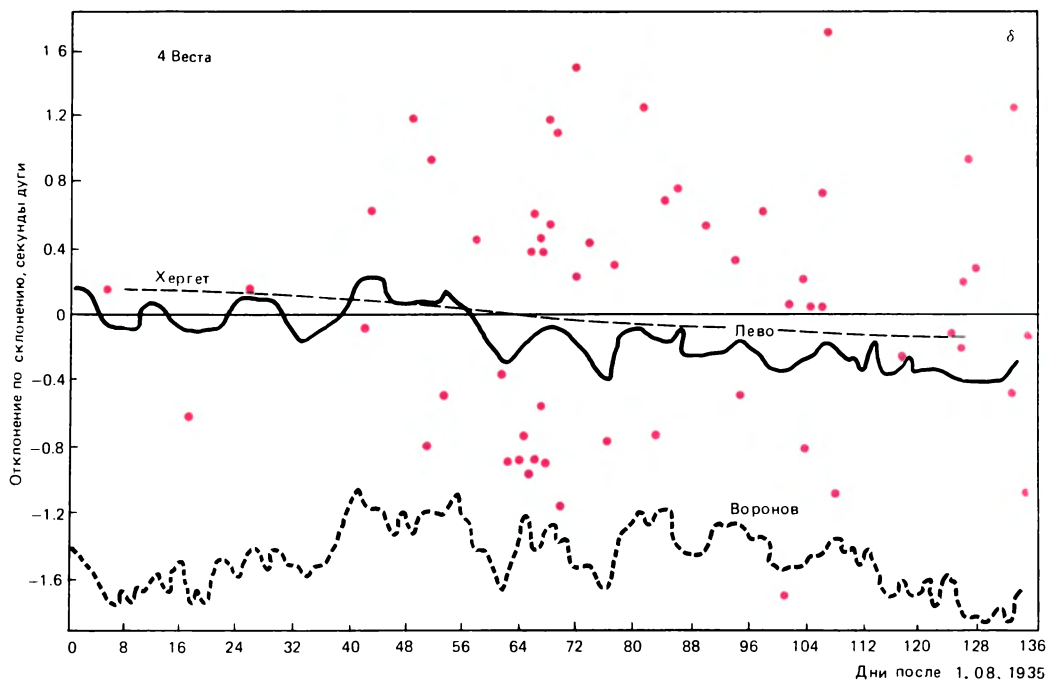
Я обратился в Пулковую, к историку науки Н. Б. Орловой, чтобы узнать, целы ли эти страницы в пулковском экземпляре «Анналов»? Да, целы, — ответила вскоре она, — но этот экземпляр получен уже после войны по репарациям, а довоенный, которым пользовался Воронов, погиб во время бомбежки. Такая же судьба постигла экземпляр «Анналов», хранящийся в библиотеке Института теоретической астрономии АН СССР.

Как проверить теории Воронова? Проще всего вычислить по ним на ЭВМ положения малых планет на те даты, для которых имеются

наблюдения, а затем сравнить. Я обращался к специалистам по небесной механике Москвы, Санкт-Петербурга и Риги. Но, увы, желающих взяться за решение задачи пока не нашлось.

Зато вскоре пришел препринт от Роберта Мак-Катчена, который тоже решил проверить теорию и эфемериду Воронова для Весты. Он затабулировал и нанес на графики опубликованные эфемериды Весты на период с 1 августа по 18 декабря 1935 г. — эфемериду самого Воронова, английского астронома Б. Ботри (построенную в 1935 г. по таблицам Лево), П. Хергета и современную эфемериду американского астронома Д. Денхема, полученную в 1984 г. методом численного интегрирования и имеющую наивысшую точность. Нанесены также данные наблюдений.

Сенсация! Эфемерида Воронова оказалась в полтора раза точнее эфемериды Ботри, основанной на теории Лево. А если брать только прямые восхождения, то и



в два раза точнее. Но... эфемериды Весты, опубликованная Вороновым, не соответствует его же теории, вернее, выведенным им поправкам к теории Лево. Кстати, факт этот установил еще в 1936 г. Н. И. Идельсон, написавший подробную докладную записку по этому делу.

Сразу возникают два вопроса. Первый: как же строил Воронов свои эфемериды? Из графиков Мак-Катчена ясно, что он вводил (очевидно на основе наблюдений за предшествующий период) некоторые поправки в эфемериду, основанную на теории Лево: обе кривые идут почти параллельно и даже мелкие колебания на них повторяют друг друга. Второй вопрос касается теории. Почему полученные Вороновым поправки к теории Лево не улучшают сходимости с наблюдениями? В этом еще предстоит разобраться. И как же он просчитался с Эгерией?! Взяться бы В. Ф. Газе проверять эфемериду не Эгерии, а той же Весты, ни-

Отклонения по склонению эфемерид Воронова, Лево и Хергета от современной эфемериды Весты, вычисленной Д. Денхемом (по Р. Мак-Катчену)

каких серьезных вопросов у нее бы не возникло. И Воронов мог остаться неразоблаченным.

Так все-таки кем же был Воронов? Талантливым теоретиком или удачливым мошенником от науки? Ведь занимался он не только малыми планетами. Английский журнал «Monthly Notices of the RAS» («Ежемесячные сообщения Королевского астрономического общества») писал в 1935 г. о работах советских астрономов: «Обращает на себя внимание список вычисленных орбит 99 двойных звезд, из которых 79, т. е. 4/5 всего числа, определены Н. М. Вороновым». Определению орбит двойных звезд посвящены 13 его публикаций.

Впрочем, Воронов свободно писал по-немецки и по-

английски. Из 25 его научных публикаций 18 написаны на английском языке, три на немецком и лишь четыре — на русском.

ЛИЧНАЯ ЖИЗНЬ

В 1932 г. Воронов приехал в Ташкент. От Н. Б. Орловой я узнал, что приехал он туда из Нижнего Новгорода, причем привез его Б. В. Кукаркин. Как и Воронов, Борис Васильевич Кукаркин не имел высшего образования. Страстный любитель астрономии, он вел систематические наблюдения переменных звезд, наладил в Нижнем в 1928 г. издание бюллетеня «Переменные звезды» (этот бюллетень издается и поныне под эгидой Астрономического совета) и неудивительно, что его пригласили в Ташкент. Оказавшись там, он не забыл о своем младшем товарище (Воронов был четырьмя годами моложе Кукаркина). В Нижнем Воронов работал на обсерватории кружка, наблюдая двойные звезды и

вычисляя их орбиты. С его отъездом эта работа почти прекратилась.

В Ташкенте Воронов женился на Нине Петровне Начапкиной, работавшей на обсерватории бухгалтером. Вместе с нею переехал в Пулково, где у них родился сын. Нина Петровна была значительно старше своего супруга и проявляла о нем почти материнскую заботу.

После изгнания из Пулково Воронов переехал в Душанбе (тогда Сталинабад). Директор Таджикской астрономической обсерватории В. П. Цесевич назначил его заведующим теоретическим отделом обсерватории. Свидетельство о душанбинском периоде его деятельности поступило неожиданно. Однажды я заговорил о «деле Воронова» с А. А. Гурштейном, главным редактором альманаха «На рубежах познания Вселенной». Он сообщил мне, что в портфеле редакции есть мемуары Коли

Пальчикова, ленинградского студента, проходившего летом 1936 г. практику в Таджикской обсерватории. Вот что я узнал из этих мемуаров.

Еще до отъезда Н. Б. Пальчикова и его однокурсника А. И. Балакина в Сталинабад в июне 1936 г. заместитель директора Таджикской обсерватории Г. А. Ланге (набиравший практикантов на обсерваторию) дал им задание: учитывая фельетон «Лестница славы» в «Ленинградской правде», помочь администрации очистить обсерваторию от «лишних» людей. Кампанию возглавил парторг обсерватории Юсуфли, работавший вычислителем, по мнению самого Пальчикова, — довольно скверным. Студентов вынудили поместить статью о Воронове в стенгазете, в ответ он заявил, что не выйдет на работу, пока стенгазета не будет снята. По настоянию Юсуфли студенты написали

статью и в городскую газету.

Кончился этот конфликт печально для всех его участников. Юсуфли вскоре был вынужден покинуть обсерваторию, а в конце 1936 г. был уволен и Н. М. Воронов. Он не смирился со своей судьбой. 30 сентября 1936 г. Воронов послал письмо на имя неперменного секретаря Академии наук СССР Н. П. Горбунова, просил дать ему возможность работать, чтобы искупить свою вину. Но клеймо «мошенника» смыть не удалось. 25 мая 1937 г. был снят с поста директора обсерватории В. П. Цесевич, а через пять дней в Ленинграде арестовали Н. Б. Пальчикова и А. И. Балакина. В ноябре того же года их обоих (а также двух братьев Пальчикова) приговорили к десяти годам заключения без права переписки (что, как известно, означало расстрел). В 1958 г. все четверо были реабилитированы посмертно.

В начале 1937 г. арестовали и Н. М. Воронова. Его заставляли дать показания против Б. П. Герасимовича, Б. В. Нумерова, Н. И. Идельсона, В. Ф. Газе. Как сообщали двое последних по выходе на свободу, Воронов отказался подписать протоколы с показаниями...

НОВЫЕ ФАКТЫ

Долгое время я был уверен, что Воронов погиб. Но на всякий случай решил запросить «органы». Ответы оказались неожиданными. Первый пришел в сентябре 1990 г. из КГБ Таджикской ССР: «по учетам репрессированных органами НКВД Таджикской ССР в 30-е годы Воронов Николай Михайлович не значился». В декабре 1990 г. я написал в КГБ СССР на Лубянку. Мое заявление, как мне вскоре сообщили, было переправлено в КГБ Узбек-

ской ССР, «по принадлежности»...

25 февраля 1991 г. в моей квартире раздался телефонный звонок. Звучный мужской голос произнес:

— Говорит Воронов Сергей Александрович. Я — внук Николая Михайловича Воронова. Мы получили Ваше письмо (я действительно писал невестке Н. М. Воронова Т. В. Хомутовой по адресу, указанному мне старшей сотрудницей Ташкентской обсерватории Ю. М. Слоним.— В. Б.). Хотелось бы встретиться.

Встреча вскоре состоялась, но не с Сергеем Александровичем (ему нужно было вернуться в Ташкент), а с его матерью — Тамарой Васильевной Хомутовой. Она передала мне большой портрет Н. М. Воронова и составленный им самим список его опубликованных работ. На обороте портрета было написано: «Воронову Николаю Михайловичу, стажановцу 68-го геодезического отряда от командования. Командир отряда Божко. Военком (следовала подпись). 28 мая 1940 г. Ташкент». Была приложена и круглая печать отряда.

Так, значит, Воронов не погиб в 1937—1938 гг.! Уже в марте 1991 г. я получил ответ из КГБ Узбекистана, в котором сообщалось, что Н. М. Воронов был арестован органами НКВД Таджикской ССР 16 февраля 1937 г. Лишь через год его дело рассмотрел Верховный суд Узбекской ССР (не «тройка», не «спецсовещание», а сам Верховный суд республики!) и 10 февраля 1938 г. приговорил его по ст. 60 Уголовного кодекса Узбекской ССР за «антисоветскую агитацию» к восьми годам лишения свободы.

И вдруг — резкий поворот событий. 9 ноября 1939 г. Верховный суд СССР отменил приговор республиканского Верховного суда и при-

знал Николая Михайловича невинным. Это было вскоре после снятия Н. И. Ежова с поста наркома внутренних дел СССР. Тогда освобождали часть репрессированных, попал в эту «струю» и Николай Михайлович.

В письме КГБ Узбекистана, датированном 23 февраля 1991 г., говорилось также, что в 1943 г. Воронов снова был осужден на восемь лет. Наконец, в апреле 1991 г. я получил обстоятельный ответ из военной прокуратуры ТуркВО. В нем, между прочим, сообщалось, что в 1940 г. Н. М. Воронов поступил вольнонаемным в 68-й геодезический отряд Среднеазиатского военного округа, а затем в том же отряде был призван в ряды Красной армии. Занимал должности инженера-геодезиста и инженера отряда, имел воинское звание «старший техник-лейтенант». По службе характеризовался как грамотный специалист, хорошо поставивший работу по изучению высотного обоснования территории округа.

В геодезическом отряде Николай Михайлович прослужил три года. А затем, как сообщало то же письмо из военной прокуратуры, 23 апреля 1943 г. Воронов вновь арестован и по обвинению в антисоветской агитации в военное время (для этого было достаточно рас-

сказать хотя бы один политический анекдот) осужден военным трибуналом Ташкентского гарнизона к восьми годам лишения свободы. В деле имелась отметка об этапировании Воронова из Ташкентской тюрьмы в лагерь «50 ЛП Россельмаш». Сведениями о дальнейшей судьбе Воронова военная прокуратура ТуркВО не располагала. Зато она сделала полезное дело. Как сообщалось в том же письме, в соответствии с Указом Президента СССР от 13 августа 1990 г., решением военной прокуратуры ТуркВО от 12 апреля 1991 г. Н. М. Воронов был реабилитирован. И сделано это было по моему заявлению.

В начале сентября 1991 г. я получил новое письмо. Но незадолго до него у меня побывала В. К. Волкова, приятельница Т. В. Хомутовой, и с ее слов сообщила, что много лет назад некая женщина видела Н. М. Воронова после его выхода из заключения. Я сперва не поверил: ведь к своей семье он не вернулся. Правда, вернуться в Ташкент он по выходе из заключения не имел права, но мог же он написать, сообщить о себе...

Через два дня мои сомнения рассеялись. Я получил ответ на мой новый запрос, посланный в Главное управление исправительных дел

МВД СССР по совету работников КГБ Узбекистана. Ответ был датирован 27 августа 1991 г. О Н. М. Воронове там говорилось следующее: «Освобожден из мест лишения свободы 23 апреля 1951 г. по отбытии срока наказания. Дополнительными сведениями в отношении Воронова Н. М. МВД УзССР не располагает».

Итак, в 1951 г. почти 40-летний Воронов вышел из заключения. Почему же он не дал о себе знать? Женищина, видевшая его, говорила, что он сильно пил. Возможно, причина в этом. А может быть, он завел новую семью? И не исключено, что он и по сей день жив и готовится встретить свое 80-летие...

Николай Михайлович Воронов реабилитирован как гражданин. Будет ли он реабилитирован как ученый, покажет дальнейшее.

Осталось сказать несколько слов о судьбе его жены и сына. Нина Петровна скончалась в 1977 г. Сын Александр Николаевич трагически погиб в 1963 г., в возрасте 28 лет. Он прыгнул с моста в реку, не зная, что накануне туда были сброшены камни. И разбился насмерть.

В. А. БРОНШТЭН,
кандидат
физико-математических наук

Информация

Дальше некуда!..

В апреле 1991 г. среди астрономов всего мира распространились слухи об открытии невероятно далекого от нас объекта. В сентябре, после окончательной проверки, эти слухи подтвердили американские ученые М. Шмидт, Д. Шнайдер и Дж. Ганн. Они доказали, что этот объект — квазар, получивший наименование PC 1247+3406, обладает красным смещением Z,

достигающим значения 4,897. Предыдущий «рекордсмен» имеет $Z=4,733$. Известно, что чем выше Z, тем дальше от нас находится источник излучения.

Наблюдения проводились на 5-метровом телескопе обсерватории Маунт-Паломар (Калифорния). Исследователи считают, что время, за которое излучение от объекта PC 1247+3406 достигло Земли, составляет 93 % общего возраста Вселенной.

М. Шмидт — виднейший «охот-

ник» за квазарами. Первый квазар он открыл в 1963 г. К настоящему времени вместе с коллегами он обнаружил уже более 140 таких квазизвездных объектов с показателем красного смещения, превышающим 2 и, тем самым, близких к «краю мироздания».

The Astronomical Journal,
сентябрь 1991.
New Scientist, 1991, 131, 1786

Астрономическое образование

Как знают астрономию школьники разных стран

Идея составить тесты и провести контрольный анализ знаний по астрономии учащихся разных стран созрела давно. И вот такая работа проведена в школах и гимназиях ПНР, СССР и ЧСФР. Использовался тест, составленный в соответствии с программами по астрономии (СССР) и астрофизике (ПНР, ЧСФР). В течение трех учебных годов (1989—1991 гг.) юноши и девушки этих стран отвечали на вопросы теста. К каждому из двадцати вопросов предлагалось пять возможных ответов. За правильный ответ учащийся получал один балл. На всю работу отводилось 40—45 минут. При обработке итогов опроса использовалась компьютерная программа, основанная на методах математической статистики.

Результаты этой работы оказались чрезвычайно любопытными и, весьма возможно, заставят задуматься всех, кого сегодня волнует состояние и уровень преподавания астрономии в средней школе.

В Чехословакии и Польше астрофизика входит в раздел физики и преподается в IV классе гимназии. В нашей стране, как известно, астрофизика входит в учебную программу по астрономии.

Таблица 1
ЧИСЛО УЧАЩИХСЯ, ПРОШЕДШИХ ТЕСТИРОВАНИЕ

Страна	СССР	ЧСФР	ПНР
Учебный год			
1988/89	—	199	102
1989/90	110	124	103
1990/91	108	210	268
Итого:	218	533	473

Не имея возможности привести все вопросы теста, в качестве примера, приведем некоторые из них, выбранные произвольно.

— **У звезды определили годичный параллакс равный 0,5". Расстояние до звезды равно (в парсеках):**

а) 0,5; б) 2; в) 4; г) 3,26; д) Определить невозможно.

На этот вопрос правильно ответили 51,4 % учащихся нашей страны, 78,1 % — ЧСФР и 81,2 % — ПНР.

— **Третий уточненный закон Кеплера позволяет определить у звезды ее:**

а) Массу; б) Радиус; в) Светимость; г) Плотность; д) Расстояние.

Правильные вопросы распределились так: 72,4 % — СССР, 68,5 % — ЧСФР, 83,3 % — ПНР.

— **Отличия в виде спектров звезд определяются в первую очередь различием их:**

а) Возрастов; б) Температур; в) Светимостей; г) Химического состава; д) Радиуса.

Здесь распределение правильных ответов было таким: 26,6 % — СССР, 38,1 % — ЧСФР, 78,0 % — ПНР.

— **Давление и температура в центре звезды определяется прежде всего:**

а) Светимостью; б) Температурой атмосферы; в) Массой; г) Химическим составом; д) Радиусом.

66,5 % — СССР, 67,3 % — ЧСФР и 83,1 % — ПНР.

— **Скорости разбегания галактик:**

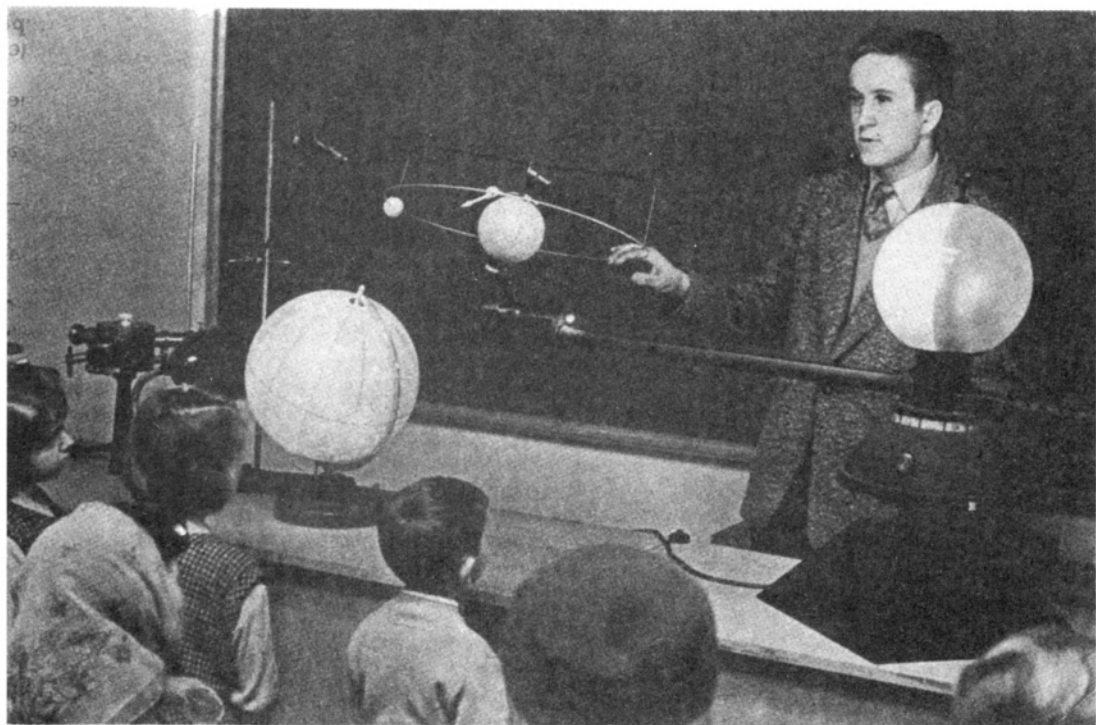
а) Пропорциональны их возрасту; б) Пропорциональны расстоянию от центра Вселенной; в) Пропорциональны расстоянию от наблюдателя; г) Обратно пропорциональны расстоянию от центра Вселенной; д) Не подчиняются никакой закономерности.

Здесь распределение правильных ответов было таким: 51,8 % — СССР, 74,9 % — ЧСФР и 81,6 % — ПНР.

Обработка теста позволила выявить также знания учащихся непосредственно по разделам астрофизики (ЧСФР, ПНР), физики и астрономии (СССР).



Ученики начальных и средних школ дополняют свои знания по астрофизике на лекциях в планетарии города Брно



Идет занятие по астрофизике в начальной школе

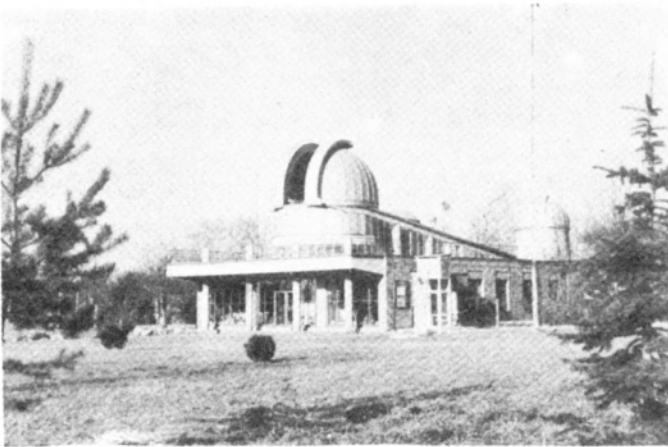
Распределение правильных ответов по разделам астрономии [в %]

Тема	СССР	ЧСФР	ПНР
Астрометрия	68,3	85,5	78,2
Фотометрия	75,5	63,4	77,7
Третий закон Кеплера	72,4	68,5	83,3
Астрофизика	63,3	69,4	76,0
Космология	60,5	80,3	79,1

Анализ ответов учащихся позволяет сделать такие выводы:

1. В основном все учащиеся неплохо понимают, что такое годичный параллакс (несколько хуже в процентном отношении обстоит дело у польских школьников).

2. Высокий процент правильных ответов на вопросы, касающиеся теории эволюции звезд, может объясняться достаточно хорошим уровнем освещения этого материала в учебной литературе.



Обсерватория в городе Вальцке Мезиричи

3. Самый низкий уровень знаний показали советские школьники при ответе на вопрос «Отличия в виде спектров звезд...». В школах ЧСФР и ПНР эти вопросы рассматриваются в курсах

астрофизики более глубоко. В СССР законы абсолютно черного тела (Вина и Стефана-Больцмана) неведомо по какой причине включены в программу астрономии XI класса. В учебнике Б. А. Воронцова-Вельяминова они ничем не подкреплены, а в курсе физики и вовсе не изучаются.

4. Ответы советских учащихся на другие вопросы теста показывают, что их знания несколько ниже европейского уровня. Всего правильных ответов на все вопросы теста было 65,8 % в СССР, 72,8 % — ЧСФР и 77,3 % — ПНР. Это говорит о необходимости усиления навыков практической работы советских учащихся на уроках. Необходимо решение большого числа расчетных примеров, пусть даже самых элементарных. И конечно же, обязательно следует рассматривать качественные вопросы современной астрофизики.

Особенно рекомендуется сосредоточить внимание на таких вопросах:

- а) Применение третьего уточненного закона Кеплера;
- б) Взаимосвязь между светимостями звезд и их температурами;
- в) Зависимость вида спектра от температуры звезды;
- г) Химический состав и строение основных типов звезд;
- д) Причины, определяющие скорость эволюции звезд.

В заключение хочется заметить, что ответы учащихся разных стран и анализ их знаний астрономии не только показали состояние преподавания этой дисциплины на сегодняшний день, но самое главное, поставили много новых вопросов на будущее.

И. ДОМАНСКИЙ,
ПНР, г. Торун
В. И. ЗИНКОВСКИЙ,
СССР, г. Москва

В. ШТЕФЛ, ЧСФР, г. Брно

ПОПРАВКА. В № 1, 92 г. в статье «С точки зрения историка» неправильно указаны инициалы автора. Вместо В. Л. Штаерман следует читать Е. М. Штаерман.

Астрономическое образование

Вариант

«Курса общей астрономии»

В последние десятилетия, несмотря на издание множества увлекательных научно-популярных книг, интерес к изучению астрономии в средних и высших учебных заведениях заметно снизился.

Начинает сказываться результат систематического исключения курса астрономии из учебных планов средних школ и техникумов. Предполагаемое объединение астрономии с физикой — лишь камуфляж этого процесса. Последовательно ликвидируется специальность «Физика и астрономия» в педагогических институтах. Давно уже исключена астрономия из учебного плана географического факультета, а на физико-математическом факультете число учебных часов доведено до абсурдно малого: 36 лекционных и 34 лабораторных занятий.

Почему предмет, являющийся одним из основных в формировании мировоззрения человека, так планомерно исключается из учебных планов школ и вузов? Почему в условиях, когда в астрономических науках имеются фундаментальные достижения, а в обозримом будущем эти достижения будут еще более ощутимыми, складывается такая ситуация, что лишь отдельные специалисты смогут о них хотя бы узнать?

Не претендуя на полноту, назовем некоторые причины этого явления. Во-первых, из-за ограниченности учебного времени в школах и вузах каждый специалист, будь то биолог, географ, математик, физик и т. д., стремится включить в программу больше современных сведений. Для этого он старается убедить коллег, что именно по его предмету необходимо увеличить число часов за счет дисциплин, которые кажутся ему второстепенными (а такой чаще всего в этих дискуссиях называют астрономию).

Вторая причина — перестройка системы преподавания математики в средней школе. Значительное сокращение учебных часов на решение задач по геометрии с применением тригонометрии, т. е. раздела, формирующего пространственное воображение учащихся, привело к тому, что многие астрономические понятия, связанные с пространственными явлениями, плохо усваиваются учащимися.

Третья — стремление сохранить традиционную последовательность изучения астрономических наук: сначала учащиеся знакомятся с астрометрией, затем с небесной механикой, астрофизикой, звездной астрономией, космогонией и космологией. В каждом из этих разделов имеется своя тер-

минология, свой метод исследования, математический и физический аппараты. Экономия учебного времени приводит к конспективности изложения, формализации преподавания. Интерес к предмету резко падает.

Остановимся еще на одном моменте. Благодаря бурному развитию в последнее время астрофизики некоторые предлагают ограничить курс общей астрономии в основном вопросами астрофизики, считая ее наиболее важной частью астрономии. К этим голосам присоединяются и многие физики, черпающие в современной астрономии экспериментальный материал для развития теоретической физики.

Однако, интересы специалистов не всегда совпадают с интересами школьников и студентов. Достижения астрофизики учащиеся нередко воспринимают как нечто отвлеченное, нереальное, фантастическое. Слишком далеки исследования в этой области от повседневной жизни. Пока ученые и педагоги не могут разобраться, что же включить в рамки общего астрономического образования, снизилась общая астрономическая грамотность населения. Это коснулось даже тех, кто определяет сегодня содержание школьных учебных планов. Ведь только этим можно объяснить абсурдное реше-

ние исключить астрономию из числа отдельных предметов и считать вполне достаточным изучать важнейшие ее вопросы в отдельных разделах физики, географии и т. д.

Нам кажется необходимо коренным образом перестроить систему изложения астрономии, может быть даже расширить или изменить название дисциплины. Надо приблизить его к современным потребностям общества, а тем, кто пожелает углубже ознакомиться с отдельными астрономическими науками, можно рекомендовать соответствующие научные издания. Новый предмет может называться, например: «Земля в космическом пространстве».

В изложении этого курса последовательно разъяснять те явления, которые происходят в нашей повседневной жизни под влиянием космических факторов. Нельзя при этом отвергать даже малоправдоподобные на сегодняшний день гипотезы. В каждом разделе должен рассматриваться отдельный объект или система объектов: кинематика, динамика, физическая природа и влияние на процессы, наблюдаемые на Земле, или использование этих знаний в нашей повседневной жизни.

Предлагается следующий вариант программы:

Введение. Основы методов астрофизических исследований.

Солнце. Вращение. Физические свойства и процессы, происходящие на Солнце.

Земля. Ее движение и следствия: смена дня и ночи, смена времен года. (Здесь вводятся экваториальные и горизонтальные системы координат, понятие об измерении времени). Физическая природа Земли. Связь геофизических процессов с солнечной активностью.

Луна. Движения Луны. Обобщенные законы Кеплера. Приливы и их влияние на удлинение продолжительности земных суток и на вращение Луны вокруг оси. Физическая природа Луны. Полеты к Луне. Влияние Луны на биологические процессы на Земле.

Солнечная система. Движение планет вокруг Солнца. Уравнение синодического периода. Конфигурация планет. Вращение планет вокруг своих осей. Продолжительность солнечных суток на планетах. Приливное воздействие планет на Солнце. 11-летний период расположения наиболее активно действующих на Солнце планет на одной прямой по одну сторону от Солнца. Астрономия и астрология.

Физическая природа больших планет и их спутников. Две группы планет. Возможность органической жизни на планетах.

Физические свойства малых тел Солнечной системы.

Местная система звезд. Движение Солнечной системы в местной системе звезд. Физическая природа звезд. Диаграмма Герцшпрунга — Рессела. Переменные звезды.

Галактика. Ее объекты:

звездные скопления, туманности, межзвездная среда. Их движение относительно центра Галактики. Физическая природа основных составляющих Галактики. Понятие о космогонии.

Метагалактика. Местная система галактик и движение ее объектов. Галактические скопления и их движение в Метагалактике. Закон Хаббла. Природа галактик. Понятие о космологии.

Содержание каждого из перечисленных разделов можно варьировать в соответствии с новыми достижениями астрономических наук, интересов аудитории. Такая последовательность изложения на протяжении двух лет проверялась на студентах неспециальных отделений выпускного курса.

Об эффективности преподавания можно судить по хорошей посещаемости занятий и постоянном интересе слушателей к предмету, а также по достаточно полным ответам на экзаменах. Все это говорит о том, что основные астрономические понятия были хорошо усвоены, слушатели поняли те основные процессы, которые происходят в космическом пространстве, и их влияние на нашу Землю.

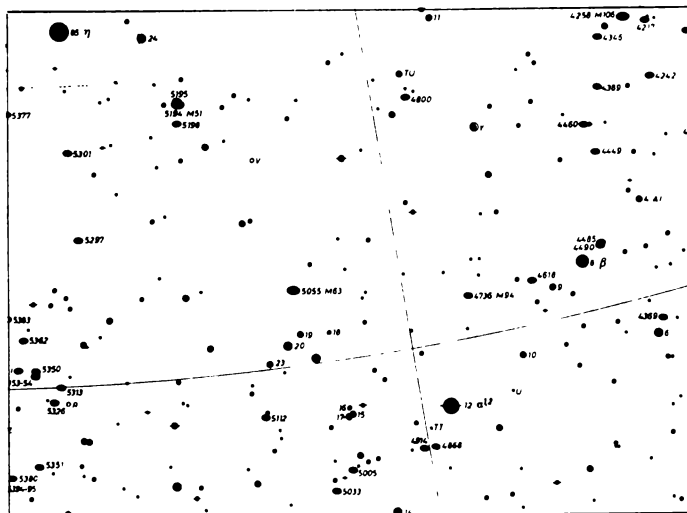
М. Д. ПОЛАНУЕР,
доцент Тираспольского
пединститута

Звездный лапсц

(апрель — май)

В предыдущие годы наш журнал не раз печатал серии статей для наблюдателей с рассказами о звездном небе и его богатствах («Созвездия» А. Д. Марленского и В. Ф. Заболотного в 1966—68 гг., «Карманный атлас звездного неба» Н. В. Мамуны в 1989 г. и др.). Этой статьей мы начинаем публикацию цикла под общим названием «Звездный лапсц». Из него вы узнаете об интересных объектах звездного неба — галактиках, звездных скоплениях, туманностях. Естественно, что рассказать обо всех объектах у нас нет возможности, поэтому мы выбрали лишь те из них, что удобно расположены на небе, т. е. находятся вблизи точки верхней кульминации и в околозенитной области в 23^ч местного времени. На страницах журнала вы найдете сведения не только о ярких, известных всем любителям, объектах, но и о слабых, гораздо более трудных для наблюдений, требующих как определенного опыта, так и достаточно крупных инструментов.

Наступила весна. Небосвод, совсем недавно украшенный россыпями ярких зимних звезд, теперь кажется особенно пустым и темным. Млечный Путь с его облаками пыли и газа склонился далеко к северу и почти на всем небе среди редких и неярких звезд нашей Галактики взор наблю-



дателя встречается лишь слабый свет иных звездных островов — далеких галактик, которые и становятся основной «добычей» любителей астрономии весной.

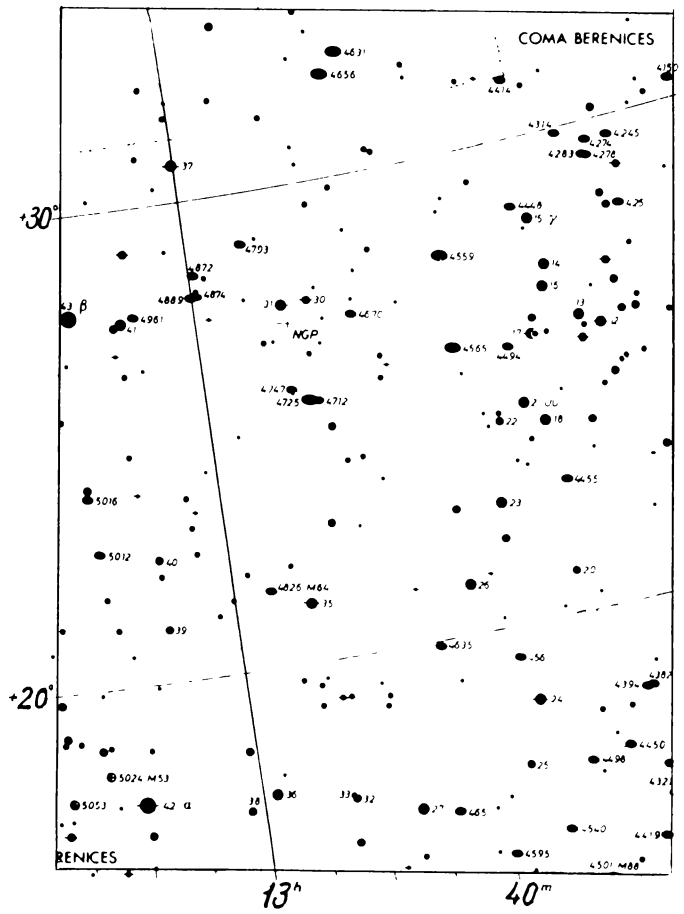
Высоко над головой висит ковш Большой Медведицы и в качестве отправной точки нашего путешествия по небу мы выберем звезду η на конце его «ручки». В 3° к юго-западу от нее расположена одна из самых известных галактик небосклона — М 51. Ее фотографии можно встретить в любой популярной книге по астрономии. Обнаружил ее знаменитый парижский астроном и «ловец комет» Ш. Мессье в 1773 г., когда наблюдал очередную комету, открытую им незадолго до этого. Сейчас даже начинающий любитель, вооружившись биноклем или под-

На этом фрагменте карты из «Sky Atlas 2000.0» В. Тириона показана большая часть созвездия Гончих Псов, где находятся многие из упоминаемых в тексте объектов. Яркая звезда в левом верхнем углу — η Большой Медведицы

зорной трубой, может без труда отыскать туманное пятнышко 8,4^м. Взглянув на него в небольшой телескоп, вы увидите равномерно освещенный овал размером 11'×8' с ярким центром. Когда в 1845 г. английский любитель астрономии У. Парсонс, более известный как лорд Росс, навел на М 51 свой новый, по тем временам гигантский рефлектор со 180-сантиметровым металлическим главным зеркалом, он с удивлением обнаружил, что галактика имеет вид двух



Спиральная галактика М 63 в Гончих Псах — одна из самых ярких на небе: ее можно рассмотреть даже в бинокль. Этот снимок получен американским любителем астрономии Мартином Джермано с 20-сантиметровым (1 : 10) телескопом Шмидта — Кассегрена. Он использовал пленку Kodak 103-aF. Экспозиция 1 час. («Sky and Telescope», 1991, v. 81, № 4, с. 371)



тесно скрученных спиралей и дал ей прозвище «Водоворот». Интересно, что наблюдая ее раньше с 90-сантиметровым телескопом, он не смог разглядеть строения этой галактики.

Прошли годы, телескопостроение ушло далеко вперед и теперь даже в 20-сантиметровые инструменты любители астрономии могут увидеть ветви спиралей от самого ядра галактики, а опытные замечают их иногда и в меньшие инструменты. Однажды, в исключительно прозрачную ночь, рассматривая М 51 в 11-сантиметровый «Мицар», я с удивлением заметил, что при увеличении 54^x заметна одна из ветвей спирали. Видимо, секрет успеха при изучении строения этой галактики кроется именно в качестве атмосферных условий.

С севера к диску М 51 вплотную примыкает еще одна туманность с ярким ядром. Это — NGC 5195 (9,6^m, диаметр 5'). Удивительно, что заметил ее первым не Мессье, открывший М 51, а его друг, ученик и соперник в «охоте» за кометами П. Мешен несколькими годами позже.

Наблюдая NGC 5195 с увеличениями более 150^x, можно увидеть, что один край ее овала как бы обрезан там, где к ней подходит перемычка, соединяющая туманность с М 51. Это большое облако пыли и газа, которое закрывает звезды галактики, что хорошо видно на фотографиях. Саму перемычку удастся увидеть лишь в более крупные, 300—350-миллиметровые телескопы.

В созвездии Волосы Вероники кроме многочисленных галактик находятся и два доступных любителям астрономии шаровых звездных скопления — М 53 и NGC 5053. Найти их поможет «Sky Atlas 2000.0». Самые слабые звезды в нем — 8^m

В них и спирали М 51 различаются уже вполне отчетливо. Хотелось бы знать, при каких обстоятельствах (диаметр объектива телескопа, его светосила, увеличение, прозрачность атмосферы и т. п.) читателям удастся увидеть все эти подробности.

В 0,5° к югу от М 51 находится маленькая, около 2' в диаметре, слабая (12,2^m) галактика NGC 5198, а восточнее еще две — NGC 5301 (2' × 0,5') и

NGC 5577 (4,5', 11,0^m). Все три хорошо видны в мой 20-сантиметровый самодельный телескоп системы Ньютона (A=1:5).

В 6° юго-западнее М 51 можно без труда обнаружить еще одну яркую галактику — М 63, открытую П. Мешеном в 1779 г. Ее блеск 8,6^m, видимые размеры 8'×3' и она отлично видна даже в бинокль 10×50. Телескоп покажет нам яркую центральную часть овальной формы, окруженную слабым гало, один край которого острее другого. Для того, чтобы гало разрешилось на изящные спиральные ветви, хорошо получающиеся на фотографиях, видимо, потребуется инструмент диаметром не меньше полуметра.

Расположенная в 3,5° к западу и в 0,7° к югу от М 63, галактика М 94 кажется ярче своей соседки (ее блеск 8,17^m), хотя и уступает ей в размерах. Ее яркость равномерно растет к центру, а в 35,5-сантиметровый телескоп мне удавалось заметить некоторую «клочковатость» ее краев.

Несколько западнее М 94, ближе к звезде β Гончих Псов, находится галактика NGC 4618 (10,8^m, 2,5'×2'), а еще дальше, в 1° западнее этой звезды — еще два красивых объекта этого класса — NGC 4485 и NGC 4490. Первый из них имеет размер 1'×0,7' и блеск 12,0^m, второй — 4'×1,8' и блеск 9,8^m. Можно предложить владельцам «Мицаров» испытать свои силы на этом трио.

В 3° от звезды α Гончих Псов расположилась пара слабых галактик — NGC 4868 и NGC 4914. Последняя имеет блеск около 12^m, первая же еще слабее. Размеры обеих не превышает 1'.

Еще две галактики находятся чуть восточнее, но в отличие от своих соседей, это довольно яркая и интересная

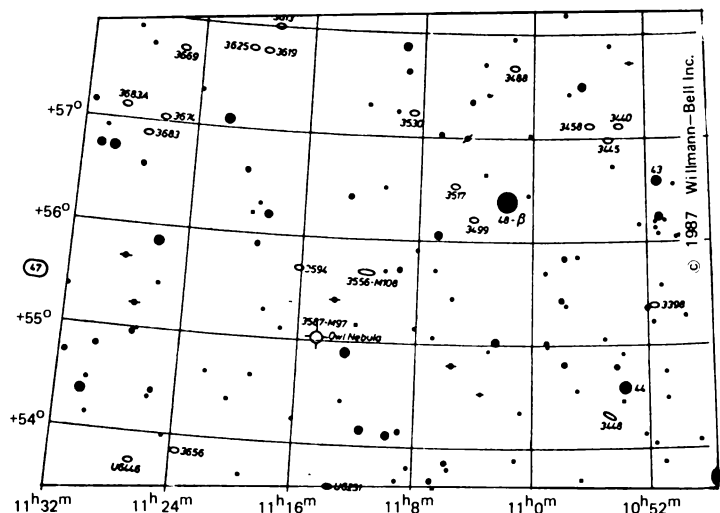
пара. Блеск галактики — 10,1^m, размеры 5'×2,5'. NGC 5005 более удлиненная чем соседка. Ее блеск 9,8^m и размеры 5'×1,5'. Как и у любой эллиптической галактики, у нее нельзя рассмотреть никаких подробностей.

Неподалеку от этого места, в созвездии Волосы Вероники есть еще более «вытянутая» галактика, взглянув на которую, я уверен, наблюдатель не скоро забудет ее. Это NGC 4565, спираль видимая почти с ребра. Она имеет внушительные размеры — 15'×1,1', а ее блеск оценивают от 9,6^m до 10,2^m. Несколько лет назад в «Мицар» при увеличении 54× мне удалось проследить ее размеры до 11'—12', хотя наблюдения проводились в условиях достаточно сильной засветки на окраине Москвы. Вначале в поле зрения появилась маленькая, почти круглая центральная часть галактики, а по мере того, как я вглядывался в нее, накрывшись темной материей, из нее «вырастали» два тонких светлых луча и галактика стала похожа на иглу с нани-

На этом снимке М. Джермано запечатлел красивую пару галактик — NGC 5033 (слева внизу) и NGC 5005 в созвездии Гончих Псов. Для 70-минутной экспозиции он использовал 20-сантиметровый телескоп Ньютона (1:5) и гиперсенситивизированную водородом пленку «Kodak TP 2415». («Sky and Telescope», 1991, v. 81, № 4, с. 372)



Немецкий любитель астрономии Бруно Маттерн сфотографировал знаменитую галактику NGC 4565 в Волосах Вероники. Он снимал с 20-сантиметровым (1:6,3) телескопом Шмидт-Кассегрена. Пленка «Fujichrome 1600», выдержка 1 час. («Sky and Telescope», 1990, v. 79, № 6, с. 681)



Воспользуйтесь этой картой из атласа «Uranometria 2000.0» для поиска планетарной туманности М 97, знаменитой «Совы». Самые слабые звезды — $9,5-10^m$, яркая звезда — β Большой Медведицы.

занной на ней бусиной. Мне кажется, что NGC 4565 вполне заслуживает именно такого прозвища: «Игла». Отыскать ее довольно просто: наведите телескоп на звезду 17 Волос Вероники (крайнюю левую в этом известном «косяке журавлей») и передвиньте его на 2° на восток. Когда будете делать это, обратите внимание на эллиптическую галактику NGC 4494, которая находится почти посередине этого отрезка. Ее размер $1,6' \times 1,6'$, но блеск, приведенный в каталогах $9,6^m$, мне кажется немного завышенным, скорее его значение ближе к $10,5^m$. Такую же оценку дает известный литовский «ловец комет» К. Чернис в своем «Каталоге кометообразных объектов».

Но не только галактиками украшено весеннее небо. Еще один класс объектов, наблюдения которых всегда интересны — это **шаровые звездные скопления**. Два из них расположены рядом с α Волос Вероники — М 53 и NGC 5053. Первое скопление (блеск $7,7^m$, диа-

метр $3,3'$) хорошо видно в любой бинокль, найти же NGC 5053 гораздо труднее, хотя его блеск $9,8^m$, а диаметр почти такой же, как и у М 53, $3,5'$, а расстояние от Солнца до NGC 5053, — 46 тыс. св. лет, — даже меньше, чем до М 53 (52 тыс. св. лет). Так почему же например в «Мицар» М 53 легко наблюдается, а его сосед виден с большим трудом? Известно, что наиболее компактные шаровые скопления составляют класс I, а самые разреженные, такие, которые уже трудно отличить от рассеянных скоплений, — класс XII. По этой классификации М 53 отнесено к классу V, а NGC 5053 — лишь к классу XI, поэтому и различить его гораздо сложнее.

Неподалеку от этой пары можно отыскать еще два интересных шаровых скопления. М 3 — одно из самых ярких скоплений на небе. Оно расположено почти на середине отрезка, соединяющего α Волопаса и α Гончих Псов. В 13-сантиметровый рефрактор Московской обсерватории ГАИШ в скоплении видны сотни звезд 11^m , а в 20-сантиметровый АВР-1 при увеличении $214\times$, можно различить цепочки самых ярких из них по краям скоплений. Диаметр М 3 —

$9,8'$, блеск — $6,35^m$, класс — VI.

В 5° восточнее М 3, в созвездии Волопаса, лежит другое, более слабое, но не менее интересное шаровое скопление — NGC 5466 ($9,1^m$, $5'$, класс XII). Удастся ли вам разглядеть в нем отдельные звезды?

Еще один класс объектов, на который хотелось бы обратить внимание читателей — это **планетарные туманности**, и в первую очередь на знаменитую «Сову» — М 97. Среди наших любителей астрономии укоренилось совершенно неверное убеждение, что это слабый и исключительно трудный для наблюдения объект. По-видимому, это повелось после издания и распространения в нашей стране атласа и каталога «Coeli» А. Бечвара, где размеры туманности указаны совершенно правильно, $203'' \times 199''$, но блеск, 12^m , явно занижен. В этом легко убедиться, направив телескоп в нужное место. Здесь вы увидите большую (для объектов этого класса), круглую туманность блеском никак не меньше $9,5^m$. В телескоп с диаметром объектива свыше 20 см можно рассмотреть и саму «Сову» — темные овалы «глаз» и слабую, $14-15^m$, центральную звезду на месте «клюва».

Планетарная туманность NGC 4361 находится в самом центре заметной трапеции, образуемой яркими звездами созвездия Ворона, которое видно низко над горизонтом в южной части небосклона. Координаты туманности: $\alpha_{1950,0} = 12^h 21,9^m$, $\delta_{1950,0} = -18^\circ 31'$. Ее блеск около 10^m , диаметр — $81''$, а в центре видна звезда 13^m .

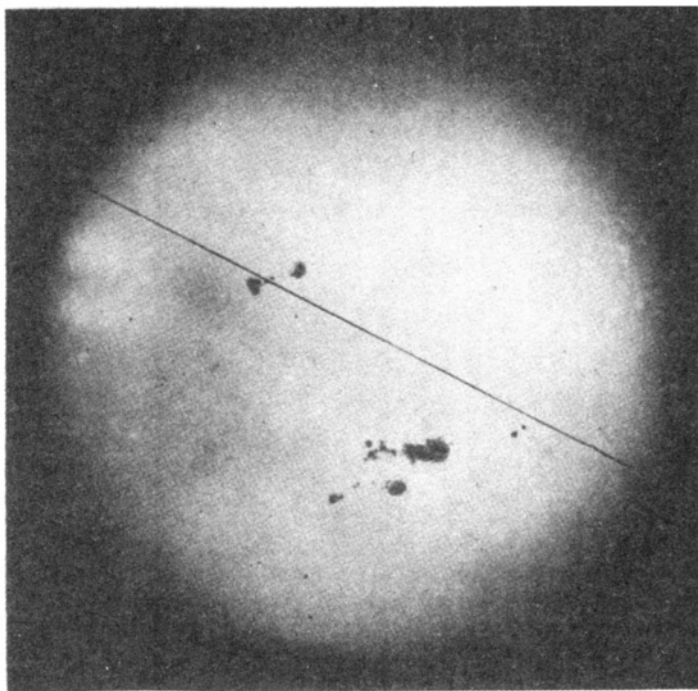
Присылайте письма с результатами наблюдений этих и других интересных объектов по адресу: 129224, Москва, И-224, ул. Широкая, д. 25/24, кв. 356.

А. Ю. ОСТАПЕНКО

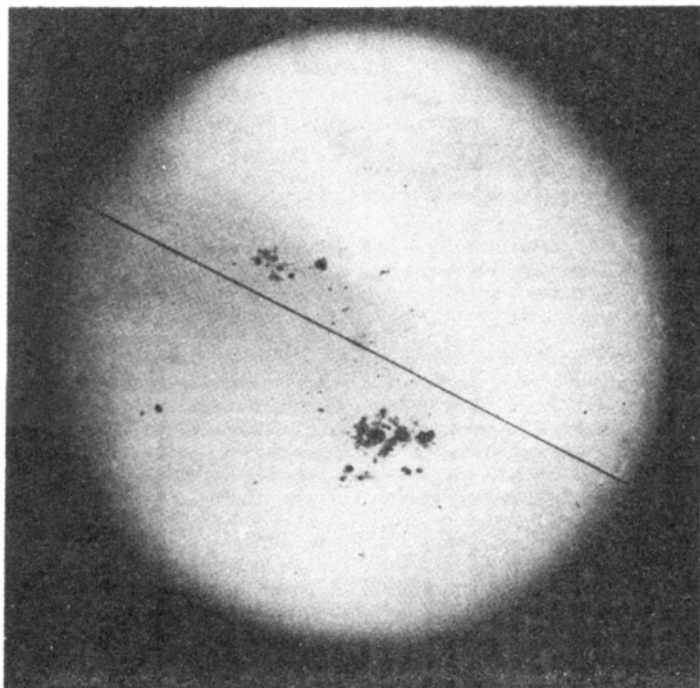
Солнце в октябре — ноябре 1991 года

Активность Солнца в этот период была сравнительно умеренной: среднее значение числа Вольфа (W) составило примерно 170. Число групп пятен колебалось от 4 до 10. Располагались они в северном и южном полушариях преимущественно на широтах от 10° до 20° .

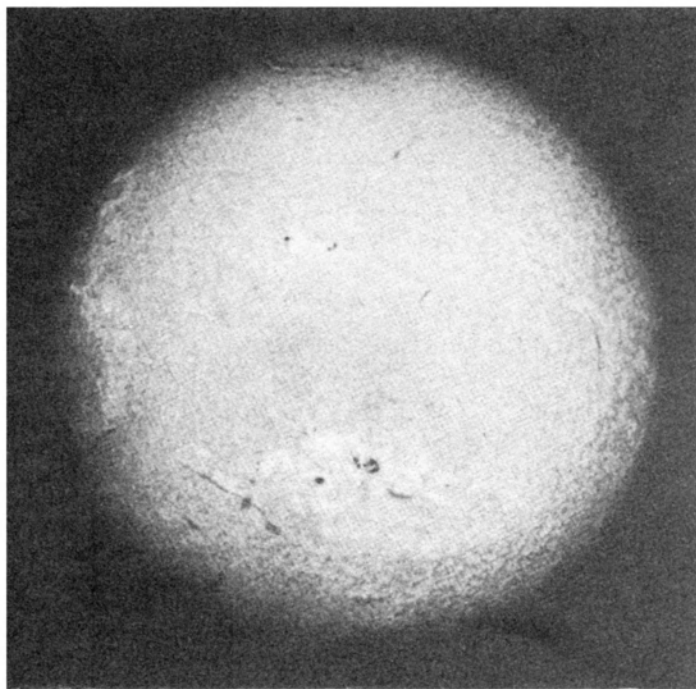
Наиболее мощным образованием на фотосфере была концентрация пятен в южном полушарии. Она вышла на диск в конце сентября. Одно из пятен было довольно крупным (доступно наблюдениям невооруженным глазом). В конце октября эта концентрация повторно вышла из-за восточного края диска. Общая структура ее мало изменилась, но пятна сильно раздробились. Поэтому в конце октября — начале ноября число Вольфа достигло 300. Наблюдалась и еще одна концентрация пятен, объединяющая 6—8 небольших групп. Она располагалась примерно на 90° восточнее первой. При ее прохождении по диску среднее значение W повысилось до 180—190. В промежутках между этими концентрациями пятенная активность была слабая, а иногда — нулевая.



Фотосфера Солнца 2 октября 1991 г. В нижней части диска видна большая группа пятен



Эта же группа пятен при вторичном прохождении по диску 29 октября (Обе фотографии получены Т. В. Говориной в Байкальской астрофизической обсерватории)



Хромосфера Солнца 2 октября 1991 г.

(Снимок получен В. Е. Меркуленко, Байкальская астрофизическая обсерватория)

С середины ноября начался, по-видимому, глобальный спад активности. Первая концентрация практически полностью разрушилась на обратной стороне Солнца. Такая же участь, вероятно, постигла и другую концентрацию. В результате, во второй половине ноября активность была довольно низкой: 5—7 небольших групп пятен ($W=60 \div 100$).

Хромосферная картина не отличалась богатством деталей. Наиболее обширные и яркие флоккулы располагались лишь в активных областях.

В. Г. БАНИН,

кандидат физико-математических наук

С. А. ЯЗЕВ

Информация

Новый мощный ИК-источник

Лондонские астрономы во главе с М. Роуан-Робинсоном, анализируя данные, полученные в прошлом году спутником инфракрасного наблюдения IRAS (Infrared Astronomical Satellite), обнаружили, что яркость удаленной галактики IRAS F10214+4724 в ИК-диапазоне превышает яркость Млечного Пути в $3 \cdot 10^4$ раз. Получив ее спектр, они неожиданно обнаружили, что ее красное смещение больше любого из ранее зарегистрированных значений, $Z=2,286$, т. е. она является наиболее удаленной из известных объектов (13 млрд св. лет). Из-за такой удаленности галактика не видна на фотографиях, сделанных в оптическом диапа-

зоне, а то, что она зарегистрирована с небольшим телескопом, установленного на борту спутника, означает, что открыт самый мощный источник инфракрасного излучения из всех известных ранее.

Специалисты считают, что его излучает пылевая материя, нагреваемая каким-то мощным ультрафиолетовым излучением, но с этим согласны не все. Некоторые астрономы считают, что этот объект — квазар, т. е. диск раскаленного газа, окружающий массивную черную дыру, хотя IRAS F10214+4724 значительно более ярк, чем большинство обнаруженных мощных квазаров. В пользу этой гипотезы говорит и тот факт, что многие упругие яркие объекты каталога инфракрасных объектов IRAS являются квазарами, у которых первоначально испускаемая энергия (в виде видимого света и ультрафиолетового излучения) трансформируется в инфракрас-

ное излучение окружающими их облаками пыли. Другие наблюдения также дают возможность предположить, что некоторые близкие квазары малой яркости находятся внутри газопылевых облаков.

Однако, по мнению Роуан-Робинсона, спектр объекта IRAS F10214+4724 не похож на излучение квазара, и полагает, что излучение связано с галактикой, в которой газ быстро превращается в горячие звезды, имеющие сильное ультрафиолетовое излучение, нагревающее окружающую пылевую материю, что и заставляет ее излучать в инфракрасном диапазоне. В таком случае, источником энергии объекта IRAS F10214+4724 должны быть не менее миллиарда молодых массивных звезд и значит, эта галактика значительно массивнее, чем Млечный Путь.

New Scientist, 1991, 131, 23

Любительское телескопостроение

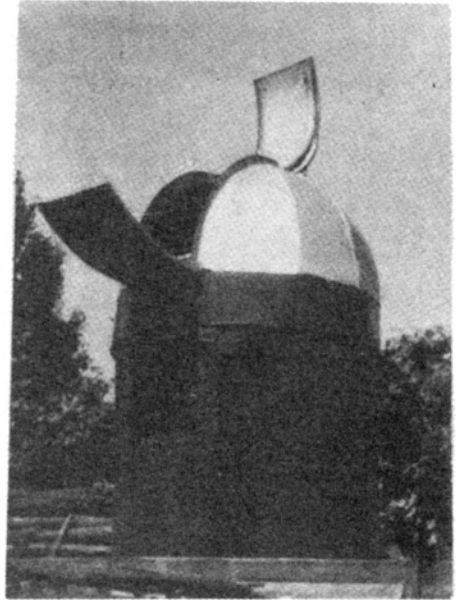
Обсерватория с куполом

Каждому любителю астрономии, построившему самодельный телескоп или купившему фабричный, знакомы трудности, связанные с ежедневной установкой телескопа перед наблюдениями. И, конечно же, каждый из них мечтал о стационарной башне с надежным укрытием инструмента. Но при этом все считают, что построить обсерваторию своими силами — это сложно, долго и дорого. Но это не так. Свою обсерваторию я построил всего за один месяц, пока был в отпуске.

Главное — надо выполнить три основных условия: обеспечить устойчивость инструмента, его надежную защиту от дождя и снега и добиться простоты и удобства в работе.

При строительстве своей обсерватории я использовал все, что находил под рукой, что могло бы пригодиться в работе. Главное — чтобы было дешево и надежно. Сначала я подготовил площадку диаметром примерно 3 м. Затем собрал каркас башни из бревен и уложил балки перекрытия. В центре площадки выкопал яму для фундамента глубиной 1 м и диаметром 70 см и установил в нее трубу (обычно такие трубы применяются в котельных в качестве дымоходов). Труба послужила прекрасной опалубкой для бетонного фундамента. С помощью бруса 200×200 мм и гидравлического автомобильного домкрата я установил трубу всего за два часа. Следующие два дня ушли на укладку в трубу бетона. Наверху я забетонировал шпильки с резьбой для установки жесткой стальной пластины — основания монтировки телескопа. Через 3—4 дня бетон хорошо схватился, но нужную прочность он набирал еще 28 дней. Итак, первый этап строительства занял у меня неделю.

Затем, прямо на земле я стал собирать купол. Согнув из 16-миллиметрового прутка кольцо диаметром 2,4 м и дуги радиусом 1,2 м, я приварил стальные пластины (40×40×5 мм) для болтов. Из заготовленных элементов собрал каркас купола. На стальных пластинах бол-



Общий вид обсерватории

тами М4 закрепил полосы из десяти-слойной фанеры шириной 80 мм. После этого, шурупами и мелкими гвоздями к фанерным полосам приделал предварительно вырезанные сегменты из листов кровельной стали. Между сегментами остались зазоры шириной 5—10 мм. Их я накрыл желобами из той же стали: полосу шириной 100 мм согнул вдоль уголком и просверлил в них отверстия для шурупов. Каркас люка купола выполнен из уголка № 35. По краю люка и забрала пришлось сделать бортики, которые образуют лабиринт, не позволяющий дождю и снегу проникать под купол. Нижняя часть купола — цилиндр высотой 60 мм — также предохраняет от попадания снега и дождя. Высота подкупольного пространства — 1,8 м. Вместе с грунтовкой и покраской сооружение купола заняло у меня еще неделю.

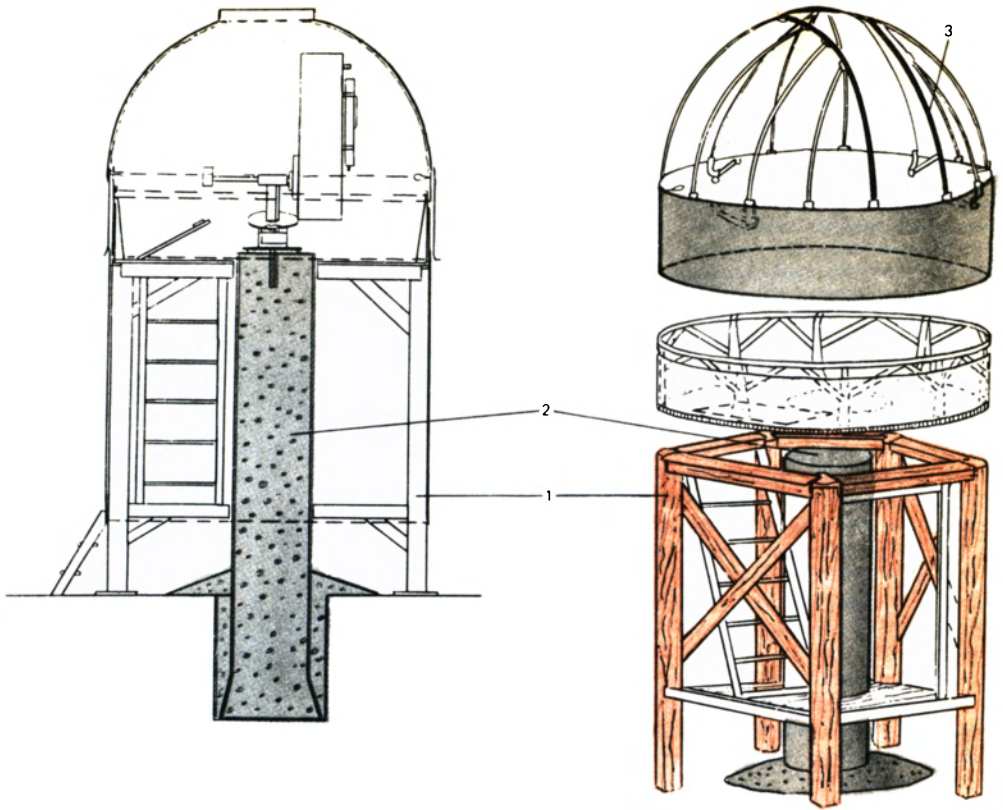


Схема купола. 1 — каркас башни, 2 — труба-фундамент телескопа

После этого, по уложенным балкам я настелил пол в подкупольном помещении и смонтировал кольцевой рельс, по которому должен вращаться купол. Перекрытие нигде не касается фундамента телескопа — забетонированной трубы. Если этого не предусмотреть, то при ходьбе по полу вибрация будет передаваться телескопу. Пол я покрыл тарной дощечкой, настелив ее на предварительно уложенный рубероид.

Для установки купола я снял с него сегменты кровельного железа и поднял вручную только каркас. Затем снова установил обшивку купола и заделал все швы полиэтиленом и гермопластом.

Прошло три недели, и мне оставалось доделать кое-какие мелочи: обшить каркас башни кровельным железом, настелить пол первого этажа, покрасить и отделать башню внутри, установить электрооборудование телескопа. К концу четвертой недели я установил в башне рефлектор Ньютона с параболическим зеркалом диаметром 265 мм на монтировке Бостигана — Мейнела.

Во что обошлась мне обсерватория? Вот несложные расчеты: (стоимость дана в ценах мая — июня 1991 г):

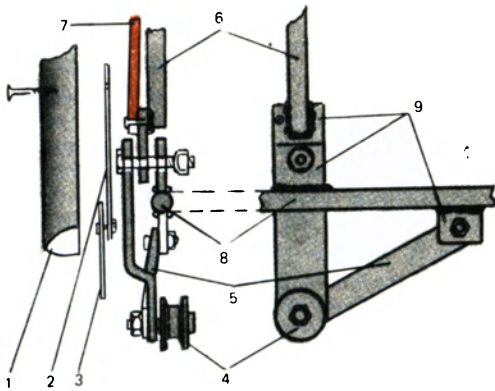


Схема обшивки купола и роликовой опоры. 1 — желоб, 2 — сегмент обшивки, 3 — цилиндрическая часть купола, 4 — ролик, 5 — укосина стойки ролика, 6 — дуга купола, 7 — фанера, 8 — окружность каркаса купола, 9 — крепление пластины

Крепление вторичного зеркала в телескопе-рефлекторе

Как известно, из-за дифракции света на растяжках, несущих вторичное зеркало, вокруг изображений ярких звезд появляются лучи. Избавиться от них можно по-разному, например, искривляя растяжки.

При условии одинаковой жесткости различных типов изогнутых опор, кольцевая опора обладает некоторыми преимуществами: кольцо, например, экранирует меньшую часть осевого пучка, совсем немного уступая в этом лишь однолепестковой (полукольцевой) опоре. Учитывая, что каждый из двух ее лепестков при этом будет значительно тоньше, чем в полукольцевой опоре, можно предположить, что энергия от дифракции на лепестках будет равномернее распределена вокруг изображения звезды. Таким образом, кольцевая опора лучше справляется с поставленной задачей.

Выбирая параметры кольца, нужно добиться, чтобы оно обеспечивало требуемую стабильность положения вторичного зеркала. Деформация кольцевой опоры в большой степени зависит от ориентации телескопа. Наибольшее смещение вторичного зеркала от его исходного положения наблюдается, когда телескоп направлен в «горизонт», а место крепления кольца расположено сбоку.

В телескопе системы Кассегрена (Ричи — Кретьена) смещение вторичного зеркала с оптической оси главного приводит к появлению нецентрированной комы, по-

этому допуск на смещение весьма жесткий. Для кассегреновского телескопа его можно вычислить по формуле для полного пятна комы, которая вызывается этим смещением:

$$3\varrho_{\Delta y} = \frac{3}{16} m(m^2 - 1) \left(\frac{1}{V_{\text{экв}}} \right)^2 \Delta y,$$

где $3\varrho_{\Delta y}$ — размер пятна комы
 m — увеличение на вторичном зеркале

$V_{\text{экв}}$ — относительный фокус двухзеркальной системы

Δy — допуск на смещение вторичного зеркала.

Подставив в формулу предварительно вычисленное допустимое значение размера пятна комы $3\varrho_{\Delta y}$, равное радиусу кружка Эри в эквивалентном фокусе ($r = 1,22\lambda V_{\text{экв}}$, где $\lambda = 0,555$ мкм), подсчитывается максимально допустимое смещение Δy .

Для моего 200-миллиметрового телескопа системы Кассегрена со светосильным главным зеркалом (1:2,3) и $V_{\text{экв}} = 12,25$ допуск на взаимное поперечное смещение зеркал — 0,045 мм.

Учитывая массу узла вторичного зеркала (0,065 кг) и внутренний диаметр трубы телескопа (220 мм) я выбрал следующие

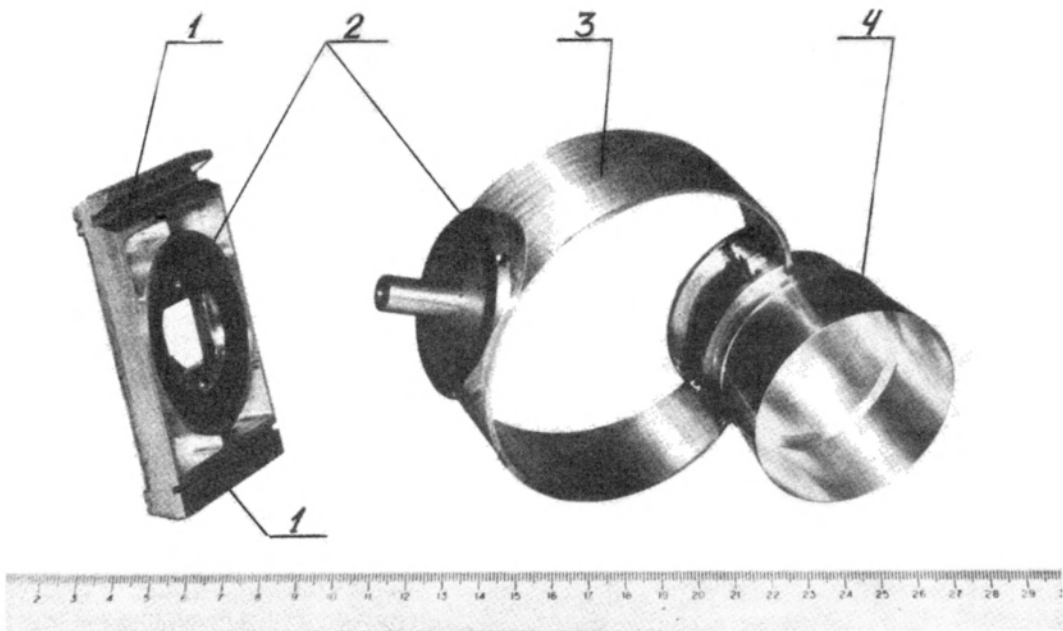
Кровельная сталь (0,8мм)	21 лист (1×2 м)	160 руб.
Цемент (марки 300)	150 кг	18 руб.
Лес (доски, кругляк)	0,5 м ³	100 руб.
Стальной пруток (диаметром 16 мм)	25 м	20 руб.
Металлическая полоса (40×5 мм)	8 м	7 руб.
Рубероид	1 рулон	6 руб.
Грунтовка и эмаль	10 кг	30 руб.

В этот список не вошла стоимость стальной трубы диаметром 500 мм (длина 3500 мм), сварочных работ, щебня,

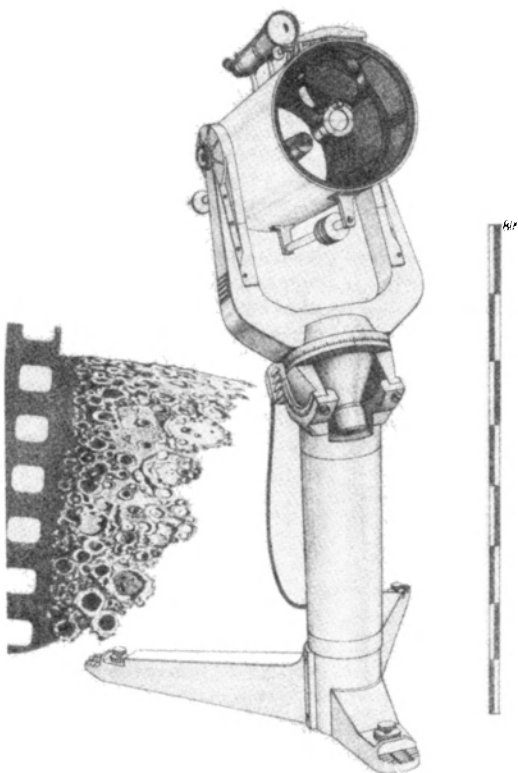
гвоздей, шурупов и других мелочей. Общая стоимость обсерватории составила около 350 руб.

Итак, могу с уверенностью утверждать, что строительство башни под силу практически любому астроному-любителю.

С. И. ТИЧИНСКИЙ
 (322990, Днепропетровская обл.
 п. г. т. Томаковка, пер. Глухой, 4)



Узел крепления и юстировки вторичного зеркала.
 1 — Направляющие для продольного перемещения узла, 2 — Рабочие поверхности шарнира, 3 — Кольцевая опора, 4 — Сменный блок (вторичное зеркало с отсекателем)



параметры кольца: диаметр — 100 мм, толщина — 2 мм, ширина — 40 мм. Для дюралюминиевого кольца максимальный поперечный сдвиг вторичного зеркала с оптической оси составил 0,06 мм, из них 0,02 мм — от собственного веса кольца. Данная опора экранирует 1,2 % площади апертуры, достигая 1,5 % при максимальном юстировочном повороте, что отвечает требованиям, предъявляемым к обычным прямым растяжкам.

При конструировании телескопа пришлось особое внимание уделить максимальному облегчению узла вторичного зеркала. При этом надо было исключить деформацию самой трубы в месте крепления к ней кольцевой опоры и добиться стабильности положения главного зеркала на радиальных упорах. Чтобы удовлетворить всем этим требованиям, пришлось ситалловое зеркало устанавливать в приспособлении, сделанном из инвара. В этом случае исключается возможность температурного зажима зеркала.

Как известно, при увеличении размеров инструмента, допуски на взаимные смещения зеркал остаются прежними, а сами смещения растут пропорционально

Общий вид 200-миллиметрового телескопа системы Кассегрена с кольцевой опорой

Вычислительная техника в помощь любителям астрономии

Астрономические программы для микрокалькуляторов

А. Е. МЕРЕМИНСКИЙ
ГАИШ

Определение характеристик затмений¹

Предвычисление затмений тесно связано с задачей движения Луны, и древние астрономы, наблюдая затмения с максимальной точной для тех веков фиксацией времени затмений, развивали теорию движения Луны. Открытие *сароса* — восемнадцатилетнего цикла последовательности затмений — дало астрономам возможность предсказывать вероятные затмения вблизи новолуний и полнолуний².

Развитие лунных теорий в XVIII—XIX вв. позволило создать каноны затмений, охватывающие и прошлое, и отдаленное буду-

щее. Сравнение обстоятельств затмений, описанных в летописях, с таблицами канонов позволило уточнить теорию движения Луны и вращения Земли, а также способствовало уточнению датировки исторических событий.

Исходные данные для современных теорий лунных и солнечных затмений — точные координаты Луны и Солнца, которые получаются с помощью машинных теорий движения небесных тел. Теория лунного затмения (т. е. теория движения Луны через полутьнь и тень Земли) довольно проста, затмение видно одновременно на всем полушарии Земли. Теория солнечного затмения значительно сложнее, так как пересечение конусами тени и полутени Луны поверхности Земли происходит в разных точках Земли в разное время и при разных обстоятельствах.

Для удобства вычислений выбираем прямоугольную систему координат, связанную с центром Земли, в которой ось Z параллельна линии, соединяющей центры Луны и Солнца (т. е. оси конуса тени или полутени), а ось X лежит в плоскости земного экватора и направлена к востоку от оси Z. Чтобы рассчитать все обстоятель-

¹ Продолжение. Начало см. Земля и Вселенная, 1991, № 1, с. 98; 1991, № 5, с. 97; 1992, № 1, с. 77.

² Моменты новолуния и полнолуния иначе называются сизигиями. В дальнейшем мы будем пользоваться этим термином.

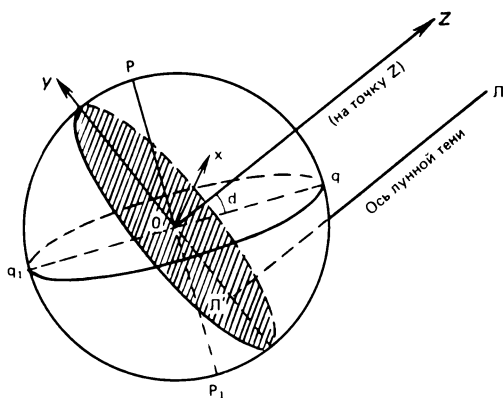
квадрату увеличения этих размеров. Именно по этой причине, в крупных профессиональных инструментах изогнутые опоры не применяются.

В заключение — коротко о механизме юстировки вторичного зеркала. Основное его достоинство состоит в том, что повороты вторичного зеркала в двух взаимно перпендикулярных направлениях осуществляются строго вокруг вершины самого зеркала. Достигается это с помощью соединения кольца, несущего вторичное зеркало, с трубой телескопа через сфери-

ческий шарнир. Центр кривизны шарнира совпадает с вершиной вторичного зеркала. Юстировку можно производить, не отрывая глаз от окуляра и непосредственно контролируя свои действия.

Для фокусировки весь узел может перемещаться вдоль оптической оси по параллельным направляющим.

А. В. ЛЕВИН
(169933, Коми АССР, г. Воркута, пос. Воргашер,
пер. Юбилейный, дом 4-а, кв. 7)



Бесселева система прямоугольных координат: P и P₁ — северный и южный полюсы Земли, q₁ — земной экватор, d — склонение точки Z

ства затмения как для Земли в целом, так и для любой точки на ее поверхности, сначала надо определить **бесселевы элементы** затмения — координаты центра Луны в такой системе координат, экваториальные координаты точки пересечения оси z с небесной сферой (точнее, их функции), радиусы сечения конусов тени и полутени плоскостью ху и углы между осью конуса и образующими. Бесселевы элементы для затмений с шагом 10 минут приводятся в *Астрономическом ежегоднике* (А. Е.). Кроме них, в данной точке нужны координаты точки наблюдения и ее высота над уровнем моря.

Расчет обстоятельств затмения по бесселевым элементам не очень сложен и может быть, с некоторыми упрощениями, реализован на ПМК. Но *Астрономический ежегодник* не всегда доступен любителю, а для расчетов затмений прошлых веков эти данные в литературе может и не быть.

Тем не менее, определение характеристик лунных и солнечных затмений — задача, вполне доступная для ПМК. В книге Ж. Мееса «*Астрономические формулы для калькуляторов*» (М., Мир, 1988) приводится алгоритм вычисления наиболее важных параметров затмения: γ — наименьшего расстояния от оси конуса лунной (в случае лунного затмения — земной) тени до центра Земли (соответственно, Луны) и u — параметра, определяющего размер сечения тени и полутени Луны (Земли) плоскостью ху (в случае лунного затмения — аналогичной, проходящей через центр Луны). Для лунного затмения эти величины позволяют найти фазу теневого и полутеневого затмения и их продолжительность,

неопределенными остаются лишь позиционные углы контактов. Для случая же солнечного затмения удается определить характер (полное, кольцеобразно-полное, кольцеобразное или частное) и приблизительную область видимости наибольшей фазы (тропики, умеренные широты или полярные области Земли). Естественно, знание только γ и u не позволяет рассчитывать обстоятельства затмения в какой-либо точке на Земле.

Для наступления затмения вблизи сизигий необходимо, чтобы Луна находилась вблизи одного из узлов (точек пересечения плоскости ее орбиты с эклиптикой). Если расстояние Луны от узла больше некоторой величины (по Ж. Меесу — 21°), затмение невозможно, так как тень Луны (Земли) пройдет южнее или севернее Земли (Луны).

Итак, условимся, что затмение невозможно, если аргумент широты Луны F, рассчитанный на момент средней сизигии, отличается от величины $N=180^\circ - r$ ($r=0, 1, 2, \dots$) на угол, больший 21° , или, в другом виде, $|\sin F| > 0,36$. В противном случае, затмение возможно, хотя и необязательно. При расчете затмений на определенный отрезок времени мы должны, как это указано в предыдущей статье (Земля и Вселенная, 1991, № 1, с. 77 — Ред.), определить моменты средних сизигий значения углов M, M' и 2F, а также величину $|\sin F|$. В случае, когда $|\sin F| < 0,36$, затмение возможно. Здесь мы покажем, как определить, действительно ли затмение состоится, и как рассчитать его основные характеристики.

За максимум затмения можно с хорошей степенью точности принять момент истинной сизигии (хотя на самом деле, возможно расхождение не более, чем на 30—35 мин). Для лунного затмения этот момент действительно будет моментом максимальной фазы. В случае солнечного затмения знание этого момента позволит приблизительно определить широту полуденной точки затмения.

Параметр γ определяется расстоянием Луны от плоскости эклиптики, т. е. в основном зависит от широты и наклона эклиптики (этот угол изменяется с течением времени). Ж. Меес приводит для γ выражение $\gamma = S \cdot \sin F + C \cdot \cos F$, где S и C — суммы тригонометрических рядов от углов M, M', F. Параметр U, определяющий размер тени и полутени, также выражен в виде суммы тригонометрического ряда.

Инструкция к программе: В/О; ФПРГ; ввести программу; FАВТ; ввести данные в регистры; В/О; С/П; на дисплее — U; (<←>); на дисплее — γ . При повторном счете

Программа N 8

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Пх7	9	*	Пх0	Fcos	xПс	Пх4	*	+	Пх1
1	Fcos	xПd	Пх5	7	*	*	-	Пх0	Fsin	*
2	Пхс	6	5	+	Пх8	*	Пхd	Пх7	*	-
3	Пх1	Fsin	*	-	Пх2	2	*	Fsin	Пх9	*
4	+	Пх2	Fcos	*	Пх0	Пх1	-	Fcos	2	*
5	Пх0	Пх1	+	Fcos	xПe	3	*	-	Пх0	2
6	*	Fcos	+	Пх5	*	Пх3	+	Пхс	Пх4	*
7	-	Пхd	Пх6	*	-	Пх2	Fsin	*	+	Пх7
8	Пхс	*	Пх1	2	*	Fcos	Пх5	*	+	5
9	÷	Пха	+	Пхd	Пхb	*	-	Пх5	4	÷
10	Пхе	*	-	С/П						

Регистры: M=P0; M'=P1; F=P2; 5.19595=P3; 0.0048=P4; 0.002=P5; 0.3283=P6; 0.023=P7; 0.0006=P8; 0.0117=P9; 0.0059=Pa; 0.0182=Pb.

ввод констант в регистры P3 — Pe не производится. Время счета — около 50 с.

Контрольные примеры

1. $M=335,8310^\circ$; $M'=282,5819^\circ$; $F=177,0421^\circ$; В/О; С/П; после счета: 0,00587; <—>; 0,31718.

2. $M=350,3837^\circ$; $M'=115,4904^\circ$; $F=12,3774^\circ$; В/О; С/П; после счета: 0,01815; <—>; 1,0689.

В качестве исходных данных для контрольных примеров взяты значения углов M, M' и F из таблицы фаз Луны на ноябрь-декабрь 1992 г., приведенной в предыдущей статье. Как видно из значений $|\sin F|$, в полнолуние 9 декабря может произойти лунное затмение, а в новолуние 24 декабря — солнечное. Для них мы и рассчитали значения γ и U.

Теперь рассмотрим задачу определения характеристик солнечных затмений для Земли в целом. Параметр γ — это расстояние от оси конуса тени до центра Земли (знак γ положителен или отрицателен в зависимости от того, севернее или южнее центра Земли проходит ось тени), U — радиус сечения теневого конуса, $U+0,5460$ — полутеневого. Оба параметра выражены в единицах экваториального радиуса Земли. Рассмотрим предельный случай — ось конуса касается Земли (естественно, в районе полярного круга). Ясно, что если γ по модулю больше, чем радиус-вектор Земли в области полярного круга, центрального затмения на Земле не

будет. Правда, необходимо учесть, что в точке соприкосновения затмение видно на горизонте, следовательно, значение радиус-вектора должно быть несколько увеличено для учета рефракции. Ж. Меес приводит для предельного расстояния центрального затмения значение 0,9972. Если $|\gamma|$ больше этого значения, но меньше $0,9972+|U|$, ось конуса не пересечется с земной поверхностью, но теновой конус Земли коснется, и в приполярных областях может наблюдаться полное или кольцеобразное нецентрально затмение. Если $|\gamma|>0,9972+|U|$, конус тени пройдет мимо Земли, и может произойти только частное затмение. Наконец, если $|\gamma|>(0,9972+0,5460+|U|)$, затмение с Земли не наблюдается.

В случае, когда тень Луны проходит по поверхности Земли, характер затмения определяется знаком параметра U. Если $U \leq 0$, затмение полное, если $U > 0,00464$ — кольцеобразное. Если же $0 < U < 0,00464$, то может наблюдаться или кольцеобразное затмение, или, в некоторых точках Земли — кольцеобразное, а в некоторых — полное, правда, и то и другое — крайне малой продолжительности.

Инструкция к программе: В/О; FПРГ; ввести программу; FABT; ввести данные в регистры; В/О; С/П; на дисплее: 0 — если затмение центральное, 1 — если затмение касательное полное или кольцеобразное; фаза (от 0 до 1) — если затмение частное,

Программа №9

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	$Px3$	$Px1$	+	$Px0$	$k x $	-	$xP5$	$Fx<0$	10	$F1n$
1	$Px0$	$k x $	$Px2$	-	$Px1$	$k x $	-	$Fx\geq 0$	29	$Px5$
2	$Px1$	2	*	$Px3$	+	$Px2$	-	÷	C/P	$Px0$
3	$k x $	$Px2$	-	$Fx\geq 0$	38	1	БП	39	0	C/P
4	$Px1$	$Fx<0$	46	1	—/—	C/P	$Px0$	$k x $	1	-
5	$Fx<0$	63	$Px0$	$F\sin^{-1}$	$F\cos$	$Px4$	*	$Px1$	-	$Fx\geq 0$
6	63	0	C/P	1	C/P					

Регистры: $\gamma=P0$; $\nu=P1$; $0.9972=P2$; $1.5432=P3$; $0.00464=P4$.

ERROR — если затмение не состоится. Для случая частного или несостоявшегося затмения расчет на этом заканчивается, для центрального или касательного: С/П; на дисплее: —1 (если затмение полное), 0 (если затмение кольцеобразно-полное), 1 (если затмение кольцеобразное). При повторном счете ввод констант в регистры P2 — P4 не производится. Время счета — не более 20 с.

Контрольные примеры

- $\gamma=-0,00215$, $U=-0,0157$; В/О; С/П; после счета: 0; С/П; после счета: —1. (Центральное полное затмение 11 июля 1991 г.).
- $\gamma=-0,2754$, $U=0,0256$; В/О; С/П; после счета: 0; С/П; после счета: 1. (Центральное кольцеобразное затмение 15 января 1991 г.).
- $\gamma=0,9942$, $U=0,00049$; В/О; С/П; после счета: 0; С/П; после счета: 0. (Центральное кольцеобразно-полное затмение 3 октября 1986 г.).
- $\gamma=1,0015$, $U=-0,0099$; В/О; С/П; после счета: 1; С/П; после счета: 0. (Касательное полное затмение 2 ноября 1967 г.).
- $\gamma=1,0689$, $U=0,01815$; В/О; С/П; после счета: 0,846. (Частное затмение 24 декабря 1992 г., для которого мы рассчитывали γ и U в контрольном примере к программе № 8).
- $\gamma=1,6$, $U=0,0$; В/О; С/П; после счета: ERROR — затмения не произошло.

На примерах №№1 и 5 проведем анализ обстоятельств затмения. В первом случае γ близко к нулю — следовательно, ось тени пересекла плоскость ху вблизи центра Земли. Затмение произошло через полмесяца после летнего солнцестояния, когда Земля обращена к Солнцу северным полушарием — значит, полоса затмения пройдет

в районе северного тропика. Всемирное время новолуния (его легко определить по приведенным в предыдущей статье программам) — около 19^ч, следовательно, полуденная точка затмения находится примерно на 105° з.д. В начале июля Земля проходит афелий — значит, угловой размер Солнца минимален и затмение будет достаточно продолжительным.

Таким образом, мы довольно точно описали характеристики затмения 11 июля 1991 г., которое было видно в Центральной и Южной Америке (Земля и Вселенная, 1991, № 6, с. 61.— Ред.). Это затмение было одним из наиболее продолжительных, с длительностью полной фазы более семи минут.

Во втором случае мы имеем дело с частным затмением, видимым в районе северного полярного круга. Всемирное время новолуния — около 0^ч, следовательно, максимальная фаза будет наблюдаться примерно на 180° долготы, в районе линии перемены дат. В А. Е. приводятся следующие сведения об этом затмении: наибольшая фаза — 0,843 — наступит в 0^ч 32^м Всемирного времени, районы видимости — Юго-Восточная Азия, Дальний Восток (включая Камчатку) и акватория Тихого океана. Таким образом, и в этом случае характеристики затмения определены нами с хорошей точностью.

Для лунного затмения радиусы тени и полутени на расстоянии Луны равны соответственно $(0,7404+U)$ и $1,2847+U$ радиусов Луны, γ положительна или отрицательна в зависимости от того, к северу или к югу от оси тени проходит центр Луны.

Инструкция к программе: В/О; FПРГ; ввести программу; FАВТ; ввести данные в

Программа N 10

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Пх1	Пх5	*	Пх0	$\kappa x $	-	$Fx < 0$	09	$F1n$	Пх4
1	+	хПа	Пх1	Пх3	+	Пх0	$\kappa x $	-	$Fx < 0$	25
2	0	хПб	хПс	хПд	С/П	Пх4	÷	хПб	Пх2	$Fcos$
3	Пх7	*	Пх6	+	6	0	↔	÷	хП8	Пх3
4	Пх1	-	Fx^2	Пх0	Fx^2	-	$F\sqrt{\quad}$	Пх8	*	хПс
5	Пх3	Пх4	-	Пх1	-	Fx^2	Пх0	Fx^2	-	$Fx < 0$
6	64	0	хПд	С/П	$F\sqrt{\quad}$	Пх8	*	хПд	С/П	

Регистры: $\gamma=P0$; $u=P1$; $M'=P2$; 1.0129= $P3$; 0.545= $P4$; 1.5572= $P5$; 0.5458= $P6$; 0.04= $P7$.

регистры; В/О; С/П; Ра — максимальная фаза полутеневого затмения, Рб — максимальная фаза теневого затмения, Рс — полупериод частного затмения, Рд — полупериод полного затмения. Для полутеневого затмения в регистрах Рб — Рд — нули, для частного — нуль в регистре Рд. Если затмение не состоялось, на дисплее — ERROR. При повторном счете ввод констант в регистры Р3 — Р7 не производится. Время счета не более 20 с.

Контрольные примеры

1. $\gamma=0,3172$, $U=0,00587$, $M'=282,5819^\circ$; В/О; С/П; после счета — Ра=2,286, Рб=1,287, Рс=103,4, Рд=36,3. (Полное затмение 9 декабря 1992 г., для которого мы рассчитывали γ и U в контрольном примере к программе № 8).

2. $\gamma=0,6381$, $U=0,00684$, $M'=253,8908^\circ$; В/О; С/П; после счета — Ра=1,70, Рб=0,70, Рс=87, Рд=0 (Частное затмение 6 августа 1990 г.).

3. $\gamma=1,4381$, $U=0,01819$, $M'=203,694^\circ$; В/О; С/П; после счета — Ра=0,252, Рб=Рс=Рд=0 (Полутеневое частное затмение 26 июля 1991 г.).

4. $\gamma=1,6$, $U=0$, значение M' несущественно, В/О; С/П; после счета — ERROR.

На примере № 1 проведем анализ обстоятельств лунного затмения. Полнолуние произойдет около полуночи по Всемирному времени — следовательно, в момент максимальной фазы Луна будет кульминировать в районе Гринвичского меридиана. Затмение по времени близко к моменту зимнего солнцестояния — следовательно, в момент полнолуния Луна будет находиться

в северной части неба и будет незаходящей для северной приполярной области Земли. В «Астрономическом ежегоднике» для этого затмения приведены следующие сведения: частное затмение начинается в 22^h 00^m и заканчивается в 1^h 30^m 10 декабря, то есть полная продолжительность теневого затмения — 210 минут. Полное затмение начинается в 23^h 07^m, а заканчивается в 0^h 22^m, то есть продолжительность полного затмения — 75 минут. Максимальная фаза — 1,276 — наступает в 23^h 45^m. Затмение видно в Европе, Азии, Африке, на севере и северо-востоке Северной Америки, на северо-востоке Южной Америки, в Гренландии и т. д. Таким образом, и в этом случае мы достаточно точно определили характеристики затмения.

При расчете по программам №№ 8—10 следует иметь в виду, что из-за неправильной фигуры Земли и небольших накапливающихся ошибок вычисления может возникнуть ситуация, когда программа, например, станет классифицировать частное затмение с очень большой фазой (более 0,99) как полное, а кольцеобразное — как кольцеобразно-полное, и наоборот. Граничные случаи требуют тонкого анализа, выходящего за пределы возможностей ПМК.

В заключение необходимо добавить, что при расчете затмений для далекого прошлого или будущего необходимо вводить поправку за разницу между эфемеридным и Всемирным временем.

Против антинаучных сенсаций

Наука, околонаука и псевдонаука

КОРНЕЛИС ДЕ ЯГЕР



Голландский астроном Корнелис де Ягер (род. 1921 г.) — один из крупнейших ученых современности. Он член Нидерландской Королевской Академии наук, Генеральный секретарь Международного астрономического союза (1970—1973 гг.), Президент КОСПАР (1972—1978 гг. и 1982—1986 гг.), Президент Международного совета научных союзов (1978—1980 гг.), Главный редактор международных журналов «Solar Physics» (с 1960 г.) и «Space Science Reviews» (с 1961 г.).

НАУЧНЫЙ МЕТОД

В 1515 г. были опубликованы карты неба с несколько экстравагантными рисунками созвездий, выполненными в стиле того времени. Эти карты стали результатом замечательной кооперации трех человек: математик И. Стабиус определил координаты звезд на небе, К. Хейнфогель перенес их положения на карту, а знаменитый художник А. Дюрер по ним нарисовал созвездия. С этого началась новая картография. Раньше в Западной Европе существовала традиция, в соответствии с которой основной интерес представляли созвездия, а не положения звезд. Звезды на картах помещались на «подходящих» местах: например, Альдебаран — глаз Тельца, Алголь — в голове Медузы и т. д. Для новых карт базовыми данными стали измеренные положения звезд. В эпоху Ренессанса были развиты новые методы рациональной науки, базировавшиеся на концепции, согласно которой на первое место выдвигались наблюдения, а уже потом следовали гипотезы или теории для объяснения наблюдаемых явлений. Очевидно, это было рождение нового способа научного мышления.

В конце средних веков оккультизм буквально пронизывал науку. В древности не было реального различия между астрономией и астрологией. Планеты, перемещающиеся на фоне неподвижных звезд, люди принимали за световые сигналы, несущие сообщения богов смертным обитателям Земли. Было очень важно понять эти сообщения. Поэтому большое значение придавалось тщательному анализу движений планет на фоне созвездий, выявлению регулярных событий в этих движениях и их аналитическому осмыслению. С этого началось развитие современной астрономии и постепенное вытеснение астрологии. Это был весьма длительный процесс. Известно, что еще И. Кеплер составлял гороскопы, однако вряд ли он верил в реальность

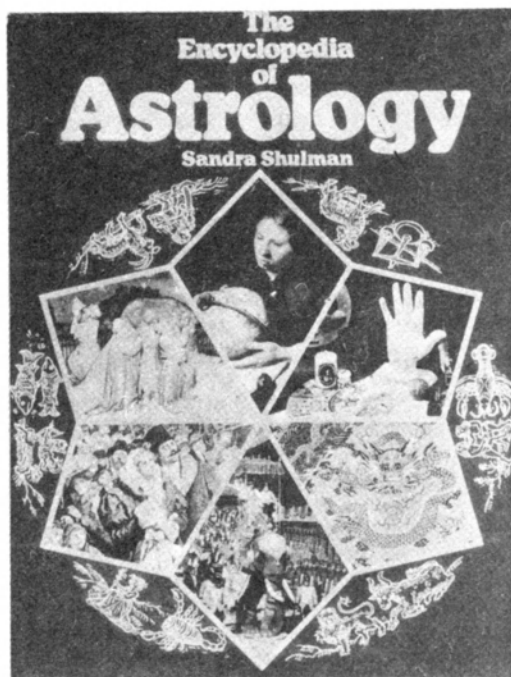
астрологических предсказаний. Впрочем, физика в то время тоже была переплетена с магией, а химия пронизана алхимией (например, Бэкон и Ньютон еще занимались алхимией).

Для утверждения рациональных знаний, основанных на экспериментальном методе, в Западной Европе возникают академии наук. Академия деи Линчеи в Италии, основанная в 1603 г., была первой академией нового типа. В 1617 г. была основана академия в Амстердаме «по итальянскому образцу». Революционной задачей этого учреждения стало обучение на национальном языке в противовес латинскому, который до тех пор был языком науки. Это гуманитарное и свободное учреждение встретило сильную оппозицию со стороны кальвинистской церкви, представлявшей собой мощную организацию в Голландии XVII в.

В 1662 г. в Лондоне основано Королевское общество. Были четко определены его цели, в частности, экспериментальная основа и отказ от мистицизма. Общество основано «для усовершенствования знаний о природных явлениях и предметах, всех полезных искусств, мануфактур, механических производств, инженерного дела и изобретательства на основе эксперимента — без вмешательства богословия, метафизики, морали, политики, грамматики, риторики, логики».

В 1666 г. Академи́ де Сьянс основана в Париже, а потом последовали и другие. В Голландии Академия наук появилась только в 1808 г. Современный научный метод, сложившийся в течение столетий, может быть проиллюстрирован развитием представлений о планетной системе и небесной механике. Систематические наблюдения движений планет привели к возникновению и развитию в Древней Греции геоцентрической системы (Аристотель, Птолемей). Открытие гелиоцентрической системы мира (Коперник) основывалось в значительной мере на взглядах неоплатоников. Лишь после долгой борьбы, она была повсеместно принята. В течение полувека система Коперника была едва известна. Иоганн Кеплер, используя великолепные наблюдения Тихо Браге, ввел эллиптические движения планет, а затем открыл свои знаменитые три закона. Телескопические наблюдения Галилея дали дополнительную поддержку гелиоцентрической системе (открытие спутников Юпитера и фаз Венеры).

Дальнейший прогресс науки связан с тем, что три закона Кеплера были сведены Ньютоном к одному. Стало ясно, что все небесные движения можно описать зако-



Обложка книги «Астрология Сандры Шульман»

ном всемирного тяготения. Следующий шаг — дальнейшие уточнения, сделанные Эйнштейном. Удалось объяснить дотоле непонятные явления в области небесной механики. Крупнейшими достижениями нашего столетия стало создание теории относительности и квантовой механики. Видимая парадоксальность идей, развиваемых в науках об очень малом и об очень большом и часто приходящих в противоречие с интуицией, привела к тому, что у многих, особенно у тех, кто не является физиком-профессионалом, сложились ошибочные представления о квантовой механике. Например, говорят: «После Гейзенберга ясно, что все неопределенно в окружающем мире», и это утверждение используют для постулирования реальности некоторых паранормальных явлений! При этом совершенно игнорируется тот факт, что квантовая механика и теория относительности обязаны своим существованием тем же самым принципам, на которых базировались прежние достижения науки (данные наблюдений, законы классической физики, предположение об изотропности).

Несомненно, новые «законы» будут в свою очередь изменены или уточнены, когда в распоряжении ученых появятся новые факты и наблюдения.

НАВЯЗАННЫЕ ИЗВНЕ ОГРАНИЧЕНИЯ НАУКИ

Наука — наиболее мощный инструмент, созданный человеком для воздействия на его судьбу, но общество не всегда с удовлетворением воспринимает результаты научных исследований. Когда применение этих результатов может привести к вредным последствиям или к подрыву установившихся авторитетов, может случиться, что общество в целом или отдельные социальные группы захотят воспрепятствовать их распространению. Примеров достаточно в прошлом и в наши дни. Когда идеи Галилея вступили в конфликт с существовавшими религиозными воззрениями, ему пришлось публично отречься от них. Это выглядит абсурдом, но инквизиция была всевластной. В недавние времена нацистские власти запретили изучение и преподавание теории относительности Эйнштейна, потому что это была «еврейская наука», она не была «народной». Действительно, теория относительности не соответствует повседневному опыту! Генетика — еще один пример: вопреки очевидным фактам, Лысенко утверждал, что генетические свойства могут быть приобретены в результате воздействия окружающей среды и устойчиво сохраняться. Само по себе это не ошибочное утверждение, оно одно из положений дарвинизма. Но хорошо известно, что эволюция видов требует очень много времени — грубо говоря, требуется 10 тыс. лет для образования одного нового биологического вида. Вопреки этому Лысенко заявлял, что нескольких лет вполне достаточно. Свои идеи он, прежде всего, обосновывал ссылками на диалектический материализм.

В моей стране, где свобода мысли — одна из фундаментальных свобод, буря разразилась несколько лет назад, когда Буикхуизен в Гронингене (а позднее в Лейдене) захотел изучать биологические основы преступности. Его оппоненты побоялись, что результаты этих исследований могли бы в определенных условиях оказывать поддержку расовой дискриминации. Все это в конце концов привело к прискорбному запрету на продолжение исследований.

Мы видим, что научный прогресс может оказаться в опасности из-за сопротивления определенных социальных групп или даже общества в целом. С другой стороны, ужасные воспоминания об «исследованиях», проводимых в нацистских концлагерях, ясно говорят о том, что есть вполне оправданный страх перед недопустимыми научными исследованиями.

Существует общий страх перед нежелательными применениями научных результатов. В этой связи, например раздаются голоса против ядерных исследований или исследований ДНК и генной инженерии. Следует особо отметить, что наука всегда может быть использована как для лучшего, так и для худшего. Общество не должно препятствовать проведению исследований, но обязано обеспечить систему контроля за применением результатов исследований.

ОБМАН В НАУКЕ

Ученые — это люди, и, конечно, они могут ошибаться. Иногда они публикуют неверные результаты, даже фальсифицированные — неприятная, но печальная истина. Например, при нанесении результатов наблюдений на координатную сетку точки ложатся с небольшим разбросом вдоль некоторой линии. Отдельные точки могут сильно отклоняться: они могут соответствовать наблюдениям при плохих условиях, и тогда их можно исключить из рассмотрения. В принципе нет никаких возражений против таких исправлений, если это сделано честно и аккуратно. Хуже, если такие точки не рассматриваются только из-за того, что они показали отклонения. Отбраковка нежелательных эмпирических данных называется «иммунизацией». Известно, что Мендель подтасовывал свои результаты, а Нобелевский лауреат Милликен, первым определивший заряд электрона, иммунизировал свои данные, вычеркивая отклонения, поэтому он получил «более согласующиеся» результаты. По счастью результаты его оказались верными — руководимый интуицией, он, по-видимому, делал правильные отбраковки. А в скольких случаях литература засорена ошибочными результатами только потому, что авторы хотели представить «чистые данные»?

Трудно установить во всех случаях, является ли результат действительно следствием обмана. «Открытие» Блондло в начале этого столетия N-лучей определенно не относится к этой категории. Его «открытие» были просто результатом сильного желания подтвердить существование лучей, присутствие которых он заподозрил в первом эксперименте. Его сотрудники не хотели или не отважились ему противостоять. Двадцать статей об N-лучах было опубликовано, прежде чем все открылось. Сходная ситуация может быть причиной недавнего обнаружения Понсом и Флейшманном явления ядерной реакции при комнатной температуре. Заинтриговав тем, что открыт секрет низкотемпературного ядерного синтеза, они побудили многие

лаборатории попытаться повторить эксперимент. Между тем существовали явные нестыковки в опубликованных результатах, которые многие специалисты немедленно подвергли сомнению. Большинство лабораторий прекратили сейчас эксперименты по «холодному слиянию ядер».

Можно привести и другие примеры, показывающие как важно иметь гарантию честности в научной работе.

ПСЕВДОНАУКА И ОКОЛОНАУКА

Псевдонаука пользуется научной терминологией, но не научными критериями — таково простейшее определение псевдонауки. В ней часто бывает трудно доказать сложность утверждения, т. е. трудно доказать, что это не истина. «Достоинством науки как системы является то, что она может и обнаруживает свои ошибки. Псевдонаука этого не делает.» (С. Гулд). «Семь грехов псевдонауки» были недавно описаны А. Дирксеном. Три наиболее тяжких греха, по его мнению, следующие: спекуляция, основанная на недостаточных наблюдательных данных; необоснованная иммунизация; необоснованный силлогизм (когда малая посылка является лишь вероятной).

В повседневной жизни мы часто сталкиваемся с проявлениями псевдонауки, плохой науки или вообще не науки. Теории катастроф Великовского и его последователей пытаются объяснить определенные свойства и регулярности планетной системы фантастическими, ничем не обоснованными предположениями, включая столкновения небесных тел. Различные повторяющиеся гипотезы об Атлантиде также относятся к этой категории.

Большая группа псевдонаучных теорий базируется на ошибке, принимающей корреляцию за причину. Поучительный пример: уровень уличного освещения во многих странах возрос с 1950 г., то же самое произошло с уровнем преступности. Если нанести на график уровни преступности и уличного освещения (для США, но такую же информацию по-видимому, можно найти и для других стран), то получается замечательно прямая линия с коэффициентом корреляции около 0,9. Можно сделать вывод, что уличное освещение создает условия для преступлений!

Корреляция между числами солнечных пятен и земными явлениями невероятно популярна с тех пор, как в 20-е годы нынешнего столетия была найдена корреляция между уровнем воды в озере Виктория и количеством солнечных пятен. Аналогично можно утверждать, что солнечные пятна коррелируют также и с качеством



Иллюстрация из книги С. Шулман «Астрология»

урожая или с числом самоубийств и т. д. Однако непрерывные наблюдения показывают, что в действительности корреляции не существует.

Еще один пример из 60-х годов — тесты Дж. Пиккарди, в которых поведение коллоидного раствора в лабораторных экспериментах будто бы коррелирует с числом солнечных пятен. Однако во многих изученных случаях корреляция слабая или отсутствует, причем, тесты, выполненные в разных институтах, дают разные результаты. Эксперименты продолжают с усовершенствованным оборудованием, но результаты остаются скудными, и хотя были выдвинуты теории, однако удовлетворительного физико-химического объяснения корреляции все еще нет. Но даже если будет найдена прекрасная корреляция за продолжительный период времени, вопрос может считаться решенным только в том случае, если будет найдена также и причинная связь (ведь именно это отсутствует в большинстве псевдонаучных анализов).

Примером псевдонаучного подхода может служить следующий отчет об эксперименте, проведенном в Нидерландах в середине 50-х годов, свидетелем которого я был. Чтобы проверить реакцию некоего мистера А., интересовавшегося летающими тарелками, несколько его друзей наполнили газом небольшой детский шар и отпустили его. Когда шар достиг высоты около 25 м, было сообщено мистеру А. Он увидел маленький округлый объект сначала

невооруженным глазом, а затем в бинокляр, пока тот не исчез постепенно в голубом небе. После этого мистер А. прежде всего тщательно измерил угол над горизонтом, где исчез объект. Затем он объяснил: «Мои первые наблюдения таковы: а) это материальный объект; б) он ушел с Земли в космос под углом 28° к горизонту (отсюда вытекает важное заключение: он не исчез за горизонтом) и в) объект двигался в южном направлении и никакого шума двигателя не было слышно. Затем мистер А. запросил Метеорологическую службу о направлении ветра на высоте 5 км. Когда его спросили, почему он принял высоту именно в 5 км, а, скажем, не 20 м или 20 км, он ответил, что это действительно была проблема. Но, взяв это в качестве рабочей гипотезы и не более, он хотел проверить следствия из этого первого предположения. Когда же следствия оказались подходящими для некоей связанной картины, он стал считать это предположение правильным. Одной из причин принять высоту объекта равной 5 км, было, что мистер А. не слышал шума двигателя. Во всяком случае Метеослужба ответила, что на высоте 5 км ветер дул в северном направлении (противоположном направлению ветра на поверхности). Мистер А. отсюда заключил: «Рабочая гипотеза подтвердилась — я предположил 5 км, потому что не мог расслышать никакого шума двигателя. Объект двигался против ветра, значит, он должен иметь двигатель. А поскольку я не слышал его, то действительно...» и т. д. Я описываю этот опыт столь детально потому, что в нем очень много общего с «хорошо доказанными отчетами об НЛО», которые мы так часто видим в газетах и журналах. Но сколько «рабочих гипотез», которые появляются в научной литературе, рождается аналогичным образом!

СОМНИТЕЛЬНАЯ НАУКА ИЛИ НЕНАУКА — ГОМЕОПАТИЯ

Много слухов вызвала недавно статья Э. Давенаса и др., в которой сообщается, что определенные биологические активные вещества сохраняют свои свойства, будучи разбавленными в 10^{120} раз. Проверка эксперимента, проведенная группой в составе Дж. Мэддокса, редактора журнала «Нэйчур», ученого У. Стюарта и знаменитого фокусника Дж. Ранди, имеющего опыт разоблачения жупльнических научных действий, не подтвердила результаты и показала, что подозрительно мало было данных об ожидаемых статистических ошибках. Руководитель группы биологов проявил не-

брежность, не проверяя работу своих сотрудников, которые, по-видимому, считали, что если экспериментальные результаты не согласуются с ожидаемыми, то они ошибочны и их нужно удалить. Это был типичный случай иммунизации данных. Но результаты были использованы для поддержания основных принципов гомеопатии.

Гомеопатическая медицина широко используется в Нидерландах, как и в других странах. Гомеопатия была введена в XIX в. Ханеманом, который в русле идей Гиппократа и Парацельса ввел принцип лечения болезни разбавленными экстрактами из веществ, которые вызывают болезнь — «подобное лечат подобным». Гомеопатические лекарства, взятые в достаточно больших дозах, могут быть причиной болезни, но в реальной практике они используются в сильно разбавленном виде. Процедура изготовления таких лекарств состоит в их разбавлении (в большинстве случаев водой) в отношении 1:10 или 1:100 (D и C соответственно) и в повторении этой процедуры N раз. Каждый раз сосуд, содержащий раствор, встряхивается. Встряхивание, говорят, необходимо для передачи воде свойств раствора. Разбавления D_{30} или C_{30} (означающие $1:10^{60}$) считаются нормальными, а Бенвенист шел даже до D_{60} , т. е. до разбавления $1:10^{120}$.

Чтобы представить, что означает такое разбавление, вспомним, что Мировой океан содержит около 10^{46} молекул воды. Значит, при разбавлении C_{60} нужно иметь океан, объемом 10^{74} наших Мировых океанов, в котором бы содержалась только одна молекула первоначального вещества. Или: масса Вселенной оценивается около 10^{56} г. Если бы она полностью состояла из воды, то содержала бы 10^{78} молекул воды. Отсюда следует, что 10^{42} Вселенных, заполненных водой, содержали бы одну молекулу первоначального вещества. В 1987 г. я рассказал об этих несложных вычислениях на лекции в Техническом университете в Твенте. Профессор научной политики, улыбаясь, возразил: «Это, может быть, и верно, но вы пренебрегли эффектом встряхивания сосуда, во время которого свойства вещества сообщаются воде». Он не прореагировал на мое замечание о том, что до сих пор не было обнаружено изменение свойств воды даже наиболее тонким спектрохимическим анализом и что для преодоления межмолекулярных сил необходимы исключительно мощные силы, значительно превосходящие те, что возникают при встряхивании сосуда руками.

Несмотря на то, что гомеопатические лекарства — это всего лишь вода с при-

писываемой ей памятью, такие лекарства очень популярны. Есть две причины, почему эти лекарства помогают, хотя они и «не работают». Во-первых, многие из тех болезней, о которых обычно сообщают больные, фиктивны: пациент хочет внимания и, когда получает его, начинает чувствовать себя лучше. Другая причина заключается в том, что во многих случаях безвредное лекарство оказывает благотворное действие, успокаивая больного. Недавние фармакологические исследования указывают, что пациент, уверенный во враче и его способностях, вырабатывает эндорфины, которые действуют как своего рода лекарства и дают излечивающий или иногда некоторый болеутоляющий эффект — в случае легких заболеваний (по-видимому, акупунктура работает таким же образом).

АСТРОЛОГИЯ

Другой пример — это астрология. Популярный «наталь-эффект» — связь между знаком зодиака, под которым человек родился, и его характером — проверялся разными способами и не обнаружен, как ожидалось.

То же самое относится к предсказаниям с помощью гороскопов. В январе 1988 г. я выступал по телевидению с интервью против предсказаний мистера Гиелиса, наиболее известного голландского астролога. Большинство из его предсказаний были в обычном стиле и представляли собой не более чем умозрительные догадки и предположения (такие, как землетрясение в Южной Америке, наводнения в Азии и смерть известного политика). Надо сказать, что я не будучи астрологом предсказывал раньше, что аятолла Хомейни должен умереть в 1988 или 1989 г. и оказался прав! Среди всех было, однако, и специфическое предсказание: авиационная катастрофа 10 апреля 1988 г. На дополнительные вопросы о деталях катастрофы астролог ответил, что неопределенность в астрологических данных приводит к разбросу ± 10 дней к ожидаемой дате. Из статистики авиационных катастроф я выяснил, что каждые три недели по радио или ТВ упоминался примерно один случай катастрофы. Так, Гиелис был прав: в течение 20 дней около 10 апреля 1988 г. по статистике могла произойти одна авиаката-

строфа. Но могло не быть и ни одной. И надо же так случиться, что именно в это время в течение шести недель около 10 апреля не было никаких происшествий. Не смог предвидеть Гиелис и драматического столкновения двух итальянских военных самолетов во время авиационного шоу в Германии в конце августа 1988 г., в результате которого кроме пилотов погибли около 70 зрителей; не предсказал он и трагического происшествия с американским «Боингом», который потерпел катастрофу над Шотландией в конце того же года. Все это еще раз говорит о «достоверности» гороскопов и астрологических предсказаний.

НЕСКОЛЬКО ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ЗАМЕЧАНИЙ

Я здесь не рассматривал такие паранормальные явления, как паразитизм, телекинез, психическую хирургию, спиритизм, перевоплощение. О каждой из этих странных и часто интересных вещей мы можем сказать: они всегда сводятся к доверчивости и суеверию, говорят об обмане, просто о недоразумении или о желании быть интересным. Но во всех случаях, как только объявленные паранормальные явления всесторонне проверяются по строгим научным критериям, результат оказывается нулевым. Паранаука пока не в состоянии дать ни одного воспроизводимого результата. А пока это так, она будет оставаться разрозненной коллекцией различных верований, фантазий, иллюзий и ошибок.

Может возникнуть вопрос, почему кто-то должен беспокоиться по поводу распространенных верований в паранормальные явления или осуждать ценность псевдонаучных исследований? Если люди счастливы в своих суевериях, почему не оставить им эту квазирелигию?

Ответ состоит в том, что психическое здоровье нации чрезвычайно важно. И если люди, страдающие от реальной болезни, обращаются к знахарю или астрологу скорее, чем идут к врачу, если они обращаются за помощью к медиуму вместо того, чтобы познать самого себя,— это страшно. Научить людей думать правильно — это в общих интересах.

Перевод В. М. МОЖЖЕРИНА

Город с другой планеты

ЧЕСЛАВ ХРУЩЕВСКИЙ

Чеслав Хрущевский (1922—1981) — известный польский писатель-фантаст, лауреат многих национальных и международных премий, в том числе таких престижных, как премия Еврокон (Европейский конгресс научной фантастики). На родине этого писателя часто называют «польским Бредбери». Более других известны его романы «Феномен Космоса» (1975), «Когда небо упало на Землю» (1978), сборники рассказов «Год 10000» (1973), «Вокруг столько чудес» (1973), «Город с другой планеты» (1981).

Он весь сверкал и блеснул в лучах солнца, даже глазам было больно от этого блеска, который исходил от него: сияли золотые шпоры, проворные зайчики резвились на черных лакированных сапогах, серебром отливала сабля, разноцветными лучами вспыхивали бриллиантовые звезды на орденах. На стальном шлеме над изумрудом величиной с куриное яйцо распускался пышный султан.

Адъютант подал ему бинокль и кашлянул.

— Ну говори, говори, я терпеть не могу таких вступлений.

— Перед нами долина, Ваше превосходительство.

— Вне всяких сомнений, раз мы стоим на холме.

— В долине находится город.

— Да, я вижу дома, обнесенные стеной. Различаю бастионы — значит, это крепость.

— Город-крепость, Ваше превосходительство.

— Не первый и не последний на нашем пути.

— Но его нет на штабных картах, — адъютант развернул на походном столе белую картонную карту. — Обозначена только долина и больше ничего.

— Старая карта! Наши печатники в штабе слишком долго копаются. Города-крепости возводятся быстрее, чем печатаются карты — с ума можно сойти!

— Ваше превосходительство, это самая последняя карта. Описание местности было сделано разведчиками на прошлой неделе.

Князь пожал плечами. Звякнули ордена. Он посмотрел на город, потом, склонившись над картой, проворчал:

— Я никогда не доверял разведке. Вызови ко мне этого умника Гинота.

Полковник Гинот появился через пять минут.

— Это твоя работа? — спросил генерал, сбрасывая карту на пол.

— Моих людей, Ваше превосходительство. Могу я узнать причину вашего неудовольствия?

— На дороге, ведущей нас от победы к победе, неожиданно появляется целый город, крепость, которую твои люди не заметили. И ты еще спрашиваешь меня о причинах моего плохого настроения?

— Город?

— А ты не видишь эти стены, эти дома и бастионы?

— Я был здесь неделю назад, — пробормотал начальник разведки. — Мы обследовали местность вместе с тремя офицерами. Я стоял на этом холме. В долине не было города — я клянусь!

— Но сейчас есть?!

— Поразительно!

— Это первое правдивое слово, но оно ничего не объясняет.

Полковник Гинот снял зеленую накидку и набросил ее на плечи генерала.

— Ваше превосходительство простит меня, — сказал он. — Так будет безопаснее. Сияние, которое исходит от вас, князь, может привлечь внимание неприятеля.

— Трогательная забота, — проворчал ге-



нерал.— Так что будем делать с городом?

— Я предлагаю провести рекогносцировку. Мы переоденемся в пастухов.

— Мы?

— Я и мои люди. Мы войдем в город со стадом овец. Ночью мы постараемся поднять панику, а в это время вы, Ваше превосходительство, дадите сигнал к штурму.

— Ты так и не объяснил, откуда взялся этот город.

— Я объясню,— пообещал полковник.— Но мне необходимо разобраться во всем самому...

Князь-генерал, закутанный в зеленую накидку, дремал в походном кресле. Он уже отдал все приказы, которые обычно отдает главнокомандующий перед началом решительного штурма, перебрисился несколькими фразами со штабными офицерами, потом скромно, по-походному поужинал в общесте своего адъютанта и задремал...

В палатку, позвякивая шпорами, вбежал адъютант.

Генерал открыл один глаз и пробормотал:

— Чёрт бы взял твои шпоры!

— Полковник Гинот вернулся из разведки,— доложил адъютант.

— Пусть войдет.— Князь открыл второй глаз и увидел бледное лицо командира разведчиков.— Ты вернулся, а где паника, где обещанная паника? — закричал окончательно проснувшийся генерал.— Ты должен был вызвать панику в городе. Всё готово для штурма, а ты возвращаешься как ни в чем не бывало.

— Так и есть,— сказал Гинот.— Я могу сесть?

— Садись!

Полковник тяжело опустился на полевой стул. В костюме пастуха он выглядел довольно комично.

— Говори! Я жду,— приказал генерал.

— В долине нет города.

— Что значит — нет?

— Он исчез, Ваше превосходительство.

— Ты меня за дурака принимаешь?

— Боже упаси!

— Неделю назад города не было, сегодня в полдень он неожиданно вырастает из земли и в полночь растворяется в тумане?!

— Ночь ясная и лунная, и я не заметил тумана,— взволнованно пробормотал Гинот.— Странный город. Может быть, мы имеем дело с оптическим обманом — зрение иногда выкидывает с нами такие шутки. Вспомните мираж, фату-моргану. Да-да, это фата-моргана!

— Чушь! Адъютант, коня! Я поведу ар-

мию на штурм. Запалить факелы и бочки со смолой. На холмах, окружающих долину, разжечь костры. Поджечь лес!

Приказы главнокомандующего выполнялись беспрекословно. Три эскадрона кирасиров двинулись к долине, полк гренадёров продефилировал перед князем. Это было действительно великолепное зрелище! Генерал отбросил зеленую накидку и снова засиял — на этот раз освещаемый факелом. Кирасиры промчались по всей долине, однако встретиться с неприятелем им не удалось. От города не осталось никаких следов.

— Только луга, поля и пастбища,— докладывал запыхавшийся ротмистр.— Мы разогнали стадо овец, захватывая в плен трех пастухов.

— Вы взяли в плен моих разведчиков,— забеспокоился полковник Гинот.— Они были переодеты.

— В овец? — сострил ротмистр, а князь поднял глаза к небу.

— Господа, господа,— вмешался он.— Кто-то сыграл злую шутку с моей победоносной армией. Это козни дьявола. Я отменяю штурм. Возвращаемся на исходные позиции. Завтра продолжим свой путь на юг.

Прошло сто лет.

С холма открывался прекрасный вид на долину, купающуюся в лучах полуденного солнца. Было тепло, даже очень тепло. Генерал снял фуражку, отер пот со лба и повернулся к штабным офицерам.

— Чудесный день, господа, просто чудесный. Дайте мне, пожалуйста, карту.

Адъютант развернул рулон.

— Все правильно,— обрадовался генерал.— Память меня не подвела. Вот, смотрите!

Головы штабистов склонились над картой.

— На этом месте,— продолжал генерал,— город не обозначен, хотя на самом деле он существует. Неужели наша разведка не заметила несколько тысяч домов? Или, может быть, картографы в генштабе просмотрели эту мелочь? Посмотрите сами.

Офицеры подняли головы.

— В бинокли, в бинокли,— подсказал генерал.— Вы видите оборонительные стены и укрепления, напоминающие бастионы?

— Да, отлично видим,— ответил адъютант.

— Тем не менее город-крепость не нанесен на нашу карту. Пренебрегли важным стратегическим пунктом. Мы уже несколько дней преследуем остатки неприятельской армии и вдруг встречаем на пути укрепленный город.

Офицеры молчали.

— Поразительное легкомыслие! — продолжал генерал. — А может, его допустили сознательно? Командор Лефебр, что вы скажете?

Начальник разведки отдал честь.

— Так точно, генерал, — он открыл планшет и достал несколько фотоснимков. — Карта составлена на основании этих снимков, сделанных специальным самолетом-разведчиком.

— Когда?

— Три дня назад, — ответил командор. — Три дня назад были сфотографированы долина и прилегающие к ней места.

— Вы хотите сказать, что три дня назад города не было?

— Враг прекрасно овладел искусством маскировки стратегических объектов.

— И сумел спрятать от глаз летчиков целый город? В котором часу были сделаны снимки?

— В шестнадцать часов.

— При солнечном освещении?

— Да, солнце в тот день зашло в девять часов вечера.

— Вы не пробовали обследовать местность другим способом?

— Я посылал разведчиков, — отозвался полковник пехоты. — Они были здесь вчера и осматривали долину с этого же холма с шести утра до семи.

— И ничего не заметили? — с иронией спросил генерал.

— Ничего, мой генерал. Вчера в долине не было города.

— Если в искусстве маскировки они дошли до совершенства..., — генерал скрестил руки на груди, — то почему сейчас, в эту минуту они показывают нам город во всем его великолепии?

— Военная хитрость, — подсказал командор.

— Интересно, — усмехнулся генерал, — вы думаете, что неприятель хочет заманить нас в ловушку?

— Пытается, мой генерал, пытается.

— Что ж, мы позволим ему сделать это, — генерал свернул рулон. — К чёрту карту! К чёрту осторожность! Подтянуть артиллерию, через час начинаем обстрел крепости из самых тяжелых орудий! Соедините меня с бронепоездом.

Через час первые залпы обрушились на город в долине. Ураганный огонь продолжался почти сорок минут... Но когда дым рассеялся, всем стало ясно, что город исчез.

— Что значит — исчез? — спокойно спросил генерал. — С землей мы его сравнивали, что ли?

— Не совсем, — докладывал начальник артиллерии. — Не осталось ни руин, ни обломков, ни разрушенных домов, ни пожаров. Ничего не видно, вернее, видны только луга, поля и пастбища.

— Послать отряд дозорных, взвод саперов, полк пехоты и кавалерийскую бригаду, пусть как следует проверят все, пусть заглядывают в каждую дыру. Может быть, этот город прячется под землей?

Поиски прекратили через три часа.

Начальник разведки доложил генералу:

— Артиллерийские снаряды перепахали всю долину. Мы насчитали около трехсот больших и малых воронок. Я могу со всей ответственностью утверждать, что от города не осталось ни малейшего следа. Саперы прокопали несколько тоннелей, вырыли несколько колодцев. На глубине в двести метров найден обломок древней колонны.

— Судя по всему, мы стали жертвой оптического обмана, — подвел итог генерал. — На земле и на небе есть вещи, которые не снились ни одному мудрецу. Вперед, направление на юг! Любой ценой нужно догнать отступающего неприятеля.

Прошло еще сто лет.

Корабль с Руководителем интервенционного корпуса приземлился на холме. Компьютер передал информацию.

— Холм 317, высота 624 метра над уровнем моря. У подножия холма обширная долина.

Руководитель подошел к перископу.

— В долине есть город! — удивленно воскликнул он.

Поскольку компьютер не мог ответить ничего вразумительного, Руководитель отдал приказ:

— Заместителям выйти на связь!

Неподалеку от флагманского приземлилось еще шесть кораблей. Шесть Заместителей приветствовали Руководителя.

— Друзья мои, — начал он. — Мы с вами стали свидетелями неожиданного возникновения города. Я очень внимательно просматривал доклады, составленные экспертами и специальными устройствами. Стационарный спутник передал восемьдесят фотографий этой местности. Всевидящие камеры не заметили города. А ведь туда, через долину, ведет дорога на юг. Машины и люди выбрали самый безопасный маршрут. И оптимальное решение обернулось чепухой из-за того, что на этом самом лучшем и самом безопасном пути вырос город-крепость. Я буду крайне признателен вам, если вы найдете ответ на вопрос: каким чудом за двадцать четыре часа возник этот город? Еще вчера, по

крайне мере, его не было.

Первый Заместитель изучил снимки, сделанные со стационарного спутника.

— Фотографии подлинные и выполнены отлично,— констатировал он.— Долина и окрестности холма видны, как на ладони. Нетрудно различить даже самые мелкие подробности — хотя бы эти два валуна справа.

— И тем не менее город как будто спрятался под шапкой-невидимкой,— заметил Руководитель.— Невидимый для камер и видимый для глаз. Что вы предлагаете?

— Войти в город,— отозвался Второй Заместитель.— Сто кораблей с запада, сто — с востока. Одновременно и над городом будет кружить эскадра кораблей.

— Предложение принято.— Руководитель поднял правую руку.

Засверкали сигнализационные зеркала. Управляемые строгой программой машины приступили к выполнению приказа.

Но как только первые машины оказались над долиной, темно-синее облако заслонило солнце. Молния прорезала небо, и пошел дождь.

— Только луга, поля и пастбища,— передавали капитаны кораблей.— Дождь растопил город.

— Город из сахара, дома из глазури,— возмущенся Руководитель.— Еще один воздушный замок. Еще одна фантазмагория.

— У этого города своя история,— произнес Третий Заместитель.— Меня всегда интересовало прошлое Земли. В центральном архиве я наткнулся на микрофильмы газет прошлых лет. Парижская газета 1814 года поместила сообщение под названием «Заколдованный город». Адъютант князя-генерала стал очевидцем удивительного происшествия. Неизвестный город внезапно появился в долине и так же неожиданно исчез.

«Вечерние ведомости» в 1914 году информировали своих читателей об уловке военных иллюзионистов. «Неприятель спрятал город. Наша доблестная армия громит врага на всех фронтах. Кто разрешит загадку исчезающей крепости?»

— Может быть, это удастся нам? — вступил в разговор Четвертый Заместитель.— Нынешний 2014 год завершает пятидесятилетний период изучения неземных явлений. Мы разобрались во многих загадках, пытаюсь понять природу воздействия Космоса на нашу жизнь. Попробуем вкратце повторить известные нам факты. Во-первых, мы имеем дело с циклическим явлением, ведь город появляется и исчезает через каждые сто лет. Во-вторых, это происходит в тот момент, когда армия

собирается вторгнуться в долину — словно кто-то предупреждает войска о неведомой опасности.

— Во всех случаях,— произнес Пятый Заместитель,— эти предостережения не были приняты во внимание. Сто лет назад после сильного артобстрела долину внимательно обследовали, и на глубине двухсот метров солдаты раскопали обломки античной колонны. Командующему не хватило воображения, и он прекратил поиски. Он не усмотрел связи между археологической находкой и исчезающим городом.

— А такая связь существует? — спросил Руководитель.

— Она может существовать,— ответил Шестой Заместитель.— В нашем распоряжении есть сверхчувствительные зонды, исключительно точные приборы, пусть они попробуют обнаружить, что скрывает в себе земля.

Интервенционный корпус обогнул долину и направился на заранее указанные позиции. Через месяц группа экспертов передала Руководителю следующий доклад:

«На глубине двухсот — двухсот пятидесяти метров под землей найдены развалины крупной метрополии, построенной около девяти тысяч лет назад. Город обнесен высокими оборонительными стенами. Интересна архитектура фортификационных укреплений. Машины обнаружили целый лабиринт подземных коридоров. Почти под каждым домом находятся многоэтажные убежища. Чем выше дом, тем глубже уходят подземные ярусы. Под городом построен еще один город. Мы обнаружили огромные подземные водосборники и вместительные продовольственные склады. Жители города в долине были готовы к самому худшему и приняли меры на случай долготейшей осады или внезапного катаклизма. В ближайшее время мы пришлем еще один доклад».

Второй доклад был очень кратким.

«Приборами зарегистрирован источник сильного излучения. В долине оставлены машины с дистанционным управлением. Проводим интенсивные исследования».

Третье сообщение содержало намного больше подробностей.

«Мы определили территорию, зараженную вторичным излучением. Это центр города — круглая площадь диаметром около шестисот метров. Под площадью обнаружено подземное озеро, под озером — убежища. До них излучение не доходит. Западная часть города разрушена огненной бурей. На руинах построен другой, меньший по размерам город. Сравнение контуров этого объекта с фотогра-

фиями города-призрака позволяет утверждать, что именно этот, заново отстроенный город появляется в долине через каждые сто лет. Все выглядит так, будто он подвергся бомбардировке нейтронными бомбами, которые убивают людей, но не повреждают ни дома, ни другие предметы. Означает ли это, что девять тысяч лет назад на нашей планете существовала развитая научно-техническая цивилизация, которая стала виновницей локального катаклизма? Или стоит полагать, что над долиной либо взорвался большой метеорит, либо произошла катастрофа межпланетного корабля или звездолета? На данном этапе исследований мы не можем дать исчерпывающего ответа на эти вопросы. Нам также сложно правдоподобно объяснить феномен визуального возникновения и исчезновения целого города. В долине уже много тысяч лет действуют силы, которые трудно определить однозначно. В особых условиях, когда Солнце поднимается высоко, и это совпадает с тем, что сотни тысяч людей готовы вторгнуться в долину, сильные биотоки вызывают к жизни образ города-крепости. Почему это происходит? Скажем так: ОНИ (наши предки) хотя бы предостереж нас от трагедии повторного самоуничтожения. Если не принимать во внимание фантастические гипотезы о существовании в соседстве с нашим вторым, зеркальным миром и признать абсурдными идеи о наличии Другого Измерения, в котором время фиксирует давно истекшие мгновения, то у нас остается только вывод о несовершенстве челове-

ческого разума, хотя мы и стремимся понять очень многое».

Руководитель решил обсудить полученное сообщение со своими Заместителями во время обеда. Подали индюшку, фаршированную трюфелями.

— Интервенционный корпус, — начал Руководитель, — скоро займет находящуюся под угрозой часть Атлантики. Нам стало известно, что на островах готовы использовать энергию атома. Представители земной цивилизации уже несколько раз прибегали к этому средству. Последствия всем хорошо известны. Мы ценим эксперименты в науке, однако нам хочется и дальше наслаждаться вкусом изысканных блюд.

Подали фаршированных перепелок.

— Знания человека непрерывно пополняются. Город — из другого мира, его существование в трех измерениях напоминает нам о давно минувших временах, когда человек не подчинялся инстинкту самосохранения и терял ощущение реальности.

Принесли рыбу — рейнского карпа а ля Шамборд и нашпигованную щуку в соусе из раков, а потом спаржу.

Они поглощали еду в благоговейной тишине. Да и о чем тут было говорить?

Перевод с польского
Н. В. СТАЦЕНКО
Рисунок Ю. ТИМОФЕЕВА

НОВЫЕ КНИГИ

«Литература и астрономия»

В этой небольшой книге В. Лепилова (В. Лепилов. Литература и астрономия. Астрахань, 1991. 48 с) собраны сто ошибок, допущенных при описании астрономических явлений писателями. Среди них Л. Н. Толстой и И. С. Тургенева, Джек Лондон и Марк Твен, И. А. Бунин и Ф. И. Панферов, Б. Полевой и А. Проханов. А также много других, менее известных. Автор, продолжая дело, начатое Я. И. Перельманом, не просто перечисляет, а как бы систематизирует типичные ошибки писателей.

Вот наиболее «излюбленные» ошибки мастеров пера. Описание

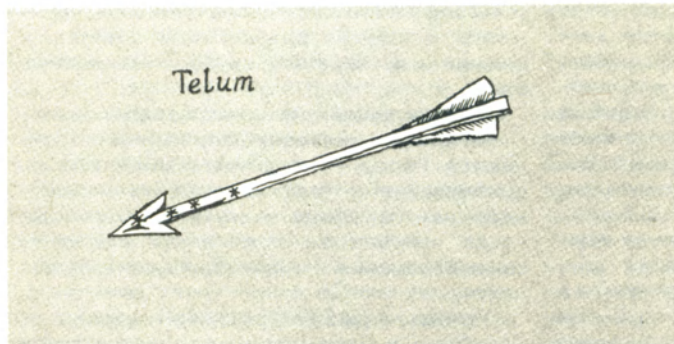


вида звездного неба, расположение созвездий или отдельных звезд в то или иное время года и суток, их перемещения по небу, времени восхода, захода звезд и особенно Луны, фаз Луны и их изменения. Но есть и оригинальные ошибки. Так, Чингиз Айтматов увеличил скорость света, Нодар Думбадзе полагает, что на обратной стороне Луны царит вечный мрак, С. Борзенко январское Солнце ставит в зенит (не в тропиках, а на Украине). Многие путают метеоры с метеоритами. М. Светлов помещает Меркурий в полночь в зенит. В рассказе А. Баркова желтая звезда Арктур приобретает голубой цвет...

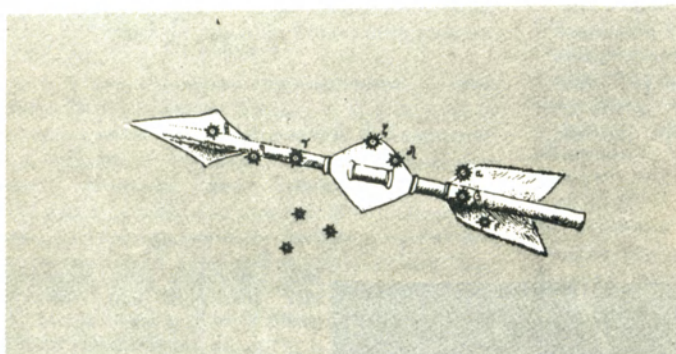
Желающие могут приобрести эту книгу, перечислив 3 руб., по адресу: 414052, Астрахань, ул. Яблочкова, д. 42, кв. 79, Василию Петровичу Лепилу.

Легенды о звездном небе

Стрела



Созвездие Стрела из «Альмагеста» К. Птолемея, 1551 г.



Созвездие Стрела из книги «Уранометрия» Иоанна Байера, 1654 г.

Стрела издавна считалась и символом божественного наказания, и причиной внезапно вспыхнувшей любви, и знаменем будущего. Пуская стрелы в воздух и следя за их полетом и падением, древние жрецы угадывали волю богов. В руках благородных героев стрела обладала волшебными добры-

ми свойствами, злым она служила для уничтожения людей. Озорной бог любви Эрот поражал стрелами людские сердца, вселял в них пламенное чувство. Короче говоря, стрела имела достаточно оснований, чтобы быть увековеченной на небе.

В греческой мифологии стрела была атрибутом нескольких богов и героев, поэтому и существует несколько легенд о созвездии Стрелы. Одна из них утверждает, что в звездах запечат-

лена стрела Аполлона. Этим оружием бог Солнца извел зловредных циклопов — одноглазых великанов, постоянно опустошавших землю и угрожавших людям. Обитали они на острове Сицилия, не знали законов гостеприимства, не признавали ни одного бога и своей дерзостью и свирепостью подавали людям дурной пример. Этим же стрелой Аполлон поразил великана Тития, когда тот намеревался обесчестить его мать Латону. Аполлон защитил мать и от чудовищного змея Пифона, подосланного ревнивой Герой, которая заподозрила своего божественного супруга Зевса в близкой связи с Латоной. На том месте, где был убит Пифон, Аполлон построил знаменитое святилище Дельфы с прорицательницей Пифией и в честь победы над змеем одну из стрел оставил на небе.

Другая легенда гласит, что небесная стрела принадлежит Геркулесу, который убил ею орла, терзавшего печень титана Прометея.

Существовало и такое предание: в созвездии изображено копьё Гефеста, пронзившего им Прометея. Две эти легенды восходят к древнему мифу о борьбе Зевса со своим отцом Кроносом. Прометей принял сторону Зевса. Но вопреки строгому запрету бога богов он похитил с Олимпа божественный огонь и даровал его людям. За это преступление Зевс приказал приковать Прометея к скале и ежеднев-

но посылал к нему орла, который выклевал печень героя. Спас Прометея Геркулес, он разбил оковы, вырвал из груди страдальца железное копье, а прилетевшего к нему орла насмерть поразил стрелой. И теперь на небе рядом сияют созвездия Геркулес, Орел и Стрела (Земля и Вселенная, 1978, № 5, с. 82; 1980, № 5, с. 72).

Информация

Содержание озона катастрофически падает

С середины ноября 1991 г. до конца марта 1992 г. ученые стран Европейского экономического сообщества, России, Швеции, Финляндии и Норвегии проводили международную экспедицию по изучению состояния озонового слоя в Арктике (EASOE). Цель экспедиции — понять причины глобального уменьшения содержания озона в арктической атмосфере в зимне-весенний период.

Для анализа состояния озонового слоя ученые использовали данные регулярных измерений общего содержания озона на мировой озонометрической сети (в том числе на сети станций Российского комитета по гидрометеорологии), а также оперативные глобальные данные с американских спутников «Нимбус-7», «NOAA-12» и российского спутника «Метеор-3». На 20 наземных высокоширотных станциях регулярно, 2—3 раза в неделю, выпускали баллоны со специальными приборами для измерения высотного распределения озона в атмосфере. За время экспедиции осуществили более 20 полетов больших аэростатов над территориями Швеции, Финляндии и России с уникальной

В средние века церковники видели в созвездии Стрелы пикку израильского царя Саула, пущенную в библейского Давида. Многочисленны были латинские названия созвездия: Sagitta Cupidineus (Стрела Купидона), Herculea (Геркулеса), Jaculum (Метательное копье), Calamus, Cana, Arundo (Тростниковая, камышовая палочка), Telum

(Дротик), Temo meridianus (Южный луч), Vietis (Столб), Virga (Волшебная палочка).

α Стрелы носит арабское название Шам, что означает «стрела», «ветвь». β Стрелы — Spicula (Острие), γ Стрелы — Virg (Прут).

И. И. НЕЯЧЕНКО

научной аппаратурой для измерения химического состава стратосферы. В координации с наземными, баллонными и аэростатными измерениями в Арктике и прилегающих к ней районах проводились многочисленные полеты трех исследовательских самолетов-лабораторий Федеративной республики Германии и Франции.

Согласно предварительным результатам EASOE, общее содержание озона над Северным полушарием в декабре и январе 1992 г. было аномально низким. Особенно заметно уменьшилось содержание озона в конце января над севером европейской части России и в Скандинавском секторе. 28 января 1992 г. на ряде озонометрических станций Росгидромета зафиксированы абсолютные минимумы содержания озона за более чем 20-летний период наблюдений. В частности, над Санкт-Петербургом содержание озона в этот день составило всего лишь 207 е. Д. (единиц Добсона)¹, в Риге — 197 е. Д. Ближким к минимуму было содержание озона над Архангельском (207 е. Д.) и Москвой (228 е. Д.). Заметим, что средняя норма — около 300—320 е. Д. В итоге отклонение содержания озона от многолетних норм составило 45 %.

Во время экспедиции получены данные о повышенном содержании озоноразрушающих хлорных соединений в атмосфере, источники которых — хлорфторуглероды промышленного происхождения. Кроме того, обнаружено почти десятикратное увеличение содержания аэрозоль в нижней стратосфере средних и высоких широт северного полушария Земли. Эти данные говорят о том, что при извержении в июне 1991 г. вулкана Пинатубо на Филиппинских островах его аэрозольные выбросы распространялись по всему земному шару и вызвали сильное возмущение в атмосфере северного полушария этой зимой.

В начале весны 1992 г. возможно еще более резкое уменьшение содержания озона в атмосфере за счет химических процессов его разрушения в реакциях с хлорсодержащими веществами и на поверхности частиц вулканического аэрозоля.

Никакие политические и экономические сложности сегодняшних дней не снимают с ученых ответственность за сохранение окружающей среды. Россия должна сделать (в том числе и на правительственном уровне!) все, что необходимо для выполнения вместе с другими странами обязательств по защите озонового слоя над нашей планетой.

В. У. ХАТТАТОВ

Зам. директора Центральной аэрологической обсерватории Роскомгидромета

¹ Единица Добсона соответствует толщине озонового слоя в 0,01 мм.

Вечер, посвященный Фламариону

2 марта Большой зал Дома ученых выглядел и торжественно, и уютно. На сцене, кроме обычного столика, предназначенного для ведущего вечера и выступающих, украшенный живыми цветами большой портрет Фламариона и рояль, приготовленный для выступления артистов. Неземные звуки бетховенской «Лунной сонаты» предшествовали появлению на сцене ведущего и выступающих. Звуки музыки и портрет сразу же настроили собравшихся в зале на восприятие всего, что им предстояло увидеть и услышать.

Профессор А. Г. Масевич, открывшая вечер, попросила академика А. А. Боярчука вести его. А посвящен был вечер 150-летию со дня рождения Камилля Фламариона (1842—1925).

О жизни и трудах знаменитого французского популяризатора астрономии великолепно рассказала профессор И. В. Стражева, которая на протяжении многих лет с огромным энту-

зиазмом и увлеченностью работала над рукописью книги о Фламарионе и в связи с этим исследовала множество разнообразных материалов. От благодарных слушателей Ирине Викторовне были подарены цветы и только что вышедший первый номер нашего журнала (1992 г.), в котором напечатана статья И. В. Стражевой о Фламарионе.

Профессор А. М. Черепашук в своем выступлении подчеркнул, что творчество Фламариона приблизило астрономию к людям, заинтересовало ею представителей самых разных профессий (включая бизнесменов, желавших оказывать науке о Вселенной существенную финансовую поддержку!). В наши дни астрономы делают открытия, которые далеко превзошли смелые предвидения Фламариона (открытие протопланетных дисков вокруг десятка звезд; планет, движущихся вокруг двух нейтронных звезд; вероятных черных дыр в четырех двойных звездных системах, содержащих массивные компактные источники рентгеновского излучения).

Член первого совместного советско-французского космического экипажа летчик-космонавт А. С. Иванченков поделился воспоминаниями о совершенном десять лет назад полете и астрофизических наблюдениях, которые выполнялись во время этого полета.

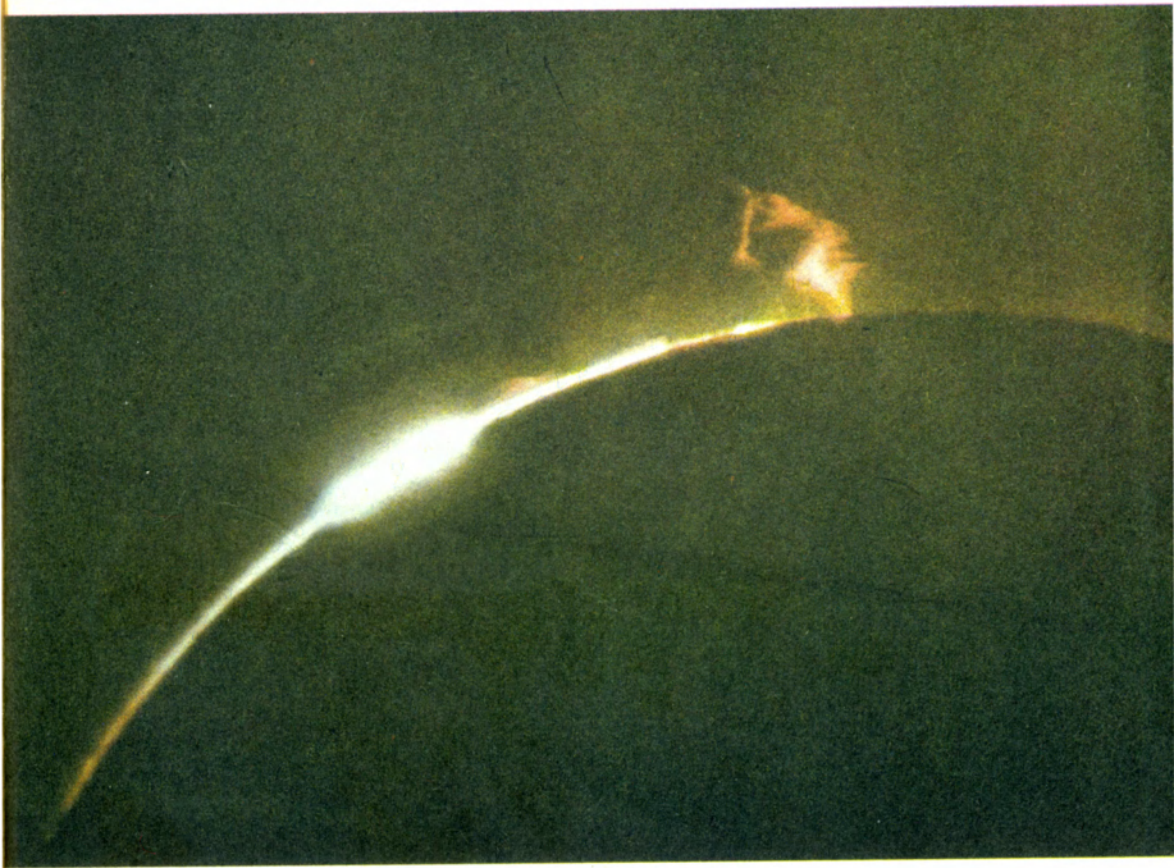
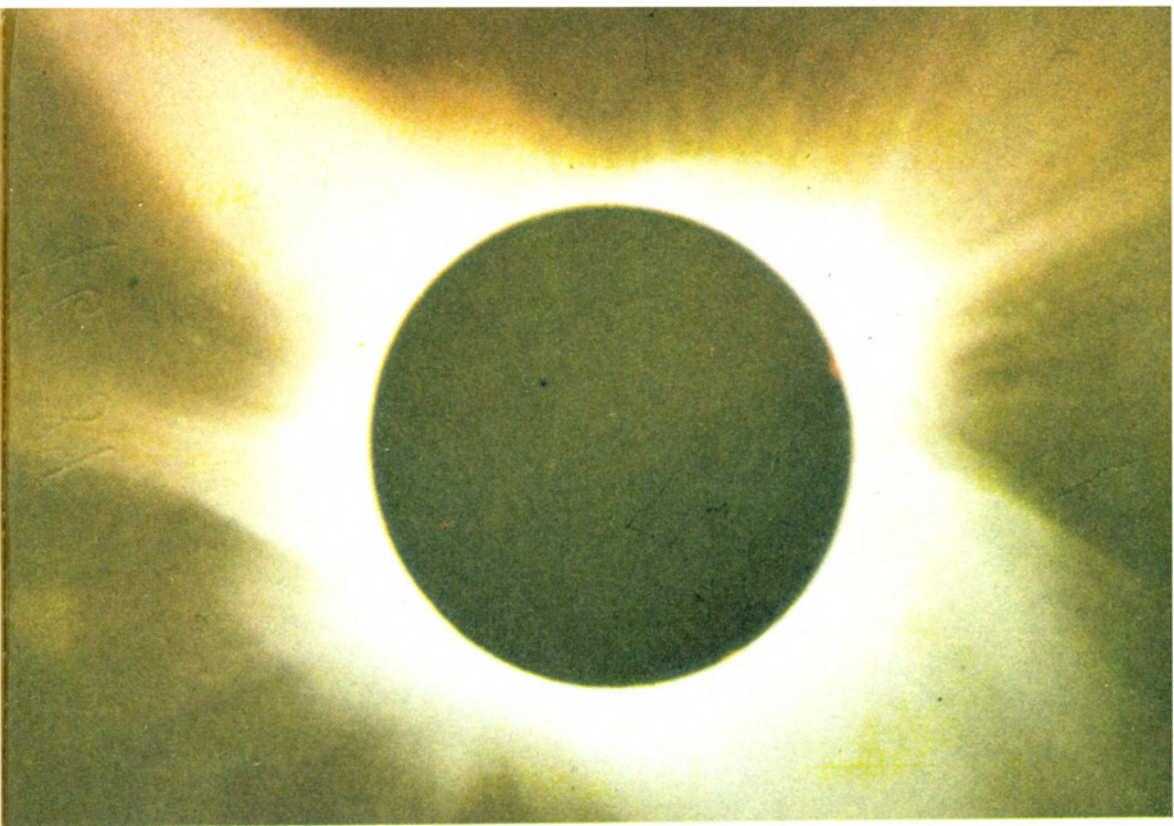
В заключительном слове А. А. Боярчук обратил внимание собравшихся на то, что Фламарион — пример великой личности, деятельность которой способствовала раньше и продолжает способствовать сейчас прогрессу астрономии, притоку в нее новых талантливых ученых, когда-то начинавших с «Общедоступной астрономии» Араго и «Популярной астрономии» Фламариона.

Конечно, заметила И. В. Стражева, так уж получилось, что в один день (26 февраля) родились Франсуа Араго (1786—1853), Виктор Гюго (1802—1885), и один из братьев Монгольфье (Этьен, 1745—1799), но, несомненно, Фламарион объединял в себе и астронома, и поэта, и воздухоплователя.

В прекрасном исполнении драматических артистов, музыкантов и певцов на вечере прозвучали отрывки из дневников Фламариона, стихи французских поэтов, музыка и арии из произведений Россини и Мусоргского.

Вечер закончился, но люди не спешили расходиться по домам — хотелось обменяться впечатлениями, поговорить с друзьями или просто молча постоять около картин в фойе Большого зала.

Е. П. ЛЕВИТАН





ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЦЕНА **90** КОП.
ИНДЕКС 70336