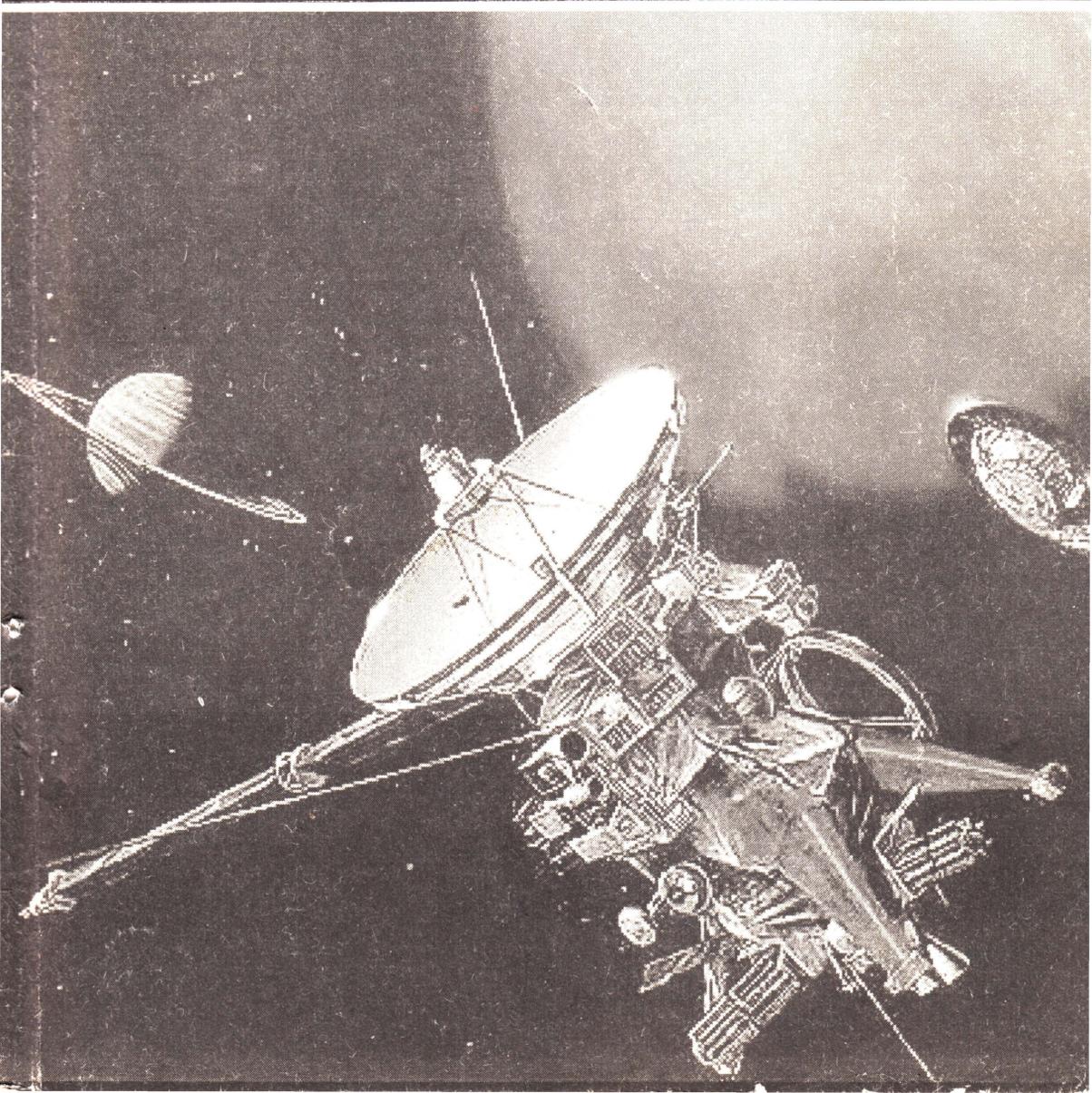


ISSN 0044-3948

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 1/98





*Экипаж 24-й основной экспедиции на ОК «Мир». П. Виноградов и А. Соловьев. (Стартовали на «Союзе ТМ-26» 5 августа 1997г.)*

*А. Соловьев во время подготовки к полету на тренажере в ЦПК им. Ю.А. Гагарина*



*Американский астронавт Дэвид Вулф – участник в ЭО-24 на «Мире» с сентября 1997г.*



Научно-популярный журнал  
Российской академии наук и  
Астрономо-геодезического  
общества  
Издается с января 1965 года  
Академиздатцентр "Наука"  
Москва



# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

1/98

**Новости науки и другая информация:** Влияние Солнца на полет спутников [9]; Самая далекая галактика [20]; Землетрясения сдвигают Северный полюс [27]; Снова о жизни на Марсе [43]; Столкновения астероидов с Землей и их последствия [48]; Открыт еще один "кентавр" [56]; Обычная магнитная буря [64]; Символические знаки инопланетян? [64]; Новые книги [71; 96]; О наблюдениях ярких болидов и о поиске метеоритов [85]; Солнце в августе-сентябре 1997 г. [87]; Причина рентгеновского излучения комет [90]; Порожденные молнией [98]; Земная кора, возможно, намного моложе [98]; Кончина Юджина Шумейкера [106]; Интересующимся журналами "семейства" Nature [111]; Долгий путь к Сатурну [111]; Существует ли жизнь на Европе? [112]; Вихри в жидком ядре... ускоряют его вращение [112].

## В номере:

- 3 СЛЫШ В.И. Космические мазеры и звездообразование
- 10 ЕФРЕМОВ Ю.Н. От звездных ассоциаций к звездным комплексам
- 21 СЫВОРОТКИН В.Л. Дегазация Земли разрушает озоносферу

## ЭКОЛОГИЯ

- 28 СВЕШНИКОВ В.В., КОЗЛОВ В.В., СОМОВА В.И. От космического снимка к экологической карте

## ЛЮДИ НАУКИ

- 35 ЦАНДЕР А.Ф. Фридрих Артурович Цандер (к 110-летию со дня рождения)
- 44 ПЧЕЛОВ Е.В. Иоганн Байер
- 49 ШУМИЛОВ А.В. Григорий Иванович Шелихов (к 250-летию со дня рождения)

## ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ

- 57 ГЕРАСЮТИН С.А. Программа "Спейс Шаттл": хроника полетов

## ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 65 ЯЗЕВ С.А. Почему же все-таки молчит космос?

## ИСТОРИЯ НАУКИ

- 72 БРОНШТЭН В.А. Лунная теория Ньютона

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 79 Небесный календарь: март-апрель 1998 г.

## ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 88 БЕКЯШЕВ Р.Х. Самодельный рефлектор с ПЗС-матрицей

## ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 91 АСТРОВ Л.А. Космическая экспозиция МАКС-97

## ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 97 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С. Июнь-август 1997 г.

## ПОГОДА ЗЕМЛИ

- 99 БИРМАН Б.А., БАЛАШОВА Е.В. Лето 1997 г. Разгул стихий

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 102 ГОРОВЕЦ Б.С. Книга академика В.Л. Гинзбурга "О физике и астрофизике"
- 107 Указатель статей, опубликованных в "Земле и Вселенной" в разделе "Любительская астрономия" в 1965-97 гг.



© Академиздатцентр "Наука"  
Российская академия наук  
журнал "Земля и Вселенная" № 1, 1998 г.

### In this issue:

**На 1 стр. обложки:** Автоматическая межпланетная станция "Кассини-Гюйгенс" (рис. NASA-ESA). Запущена 15 октября 1997 г. (см. стр. 111)

#### На 3 стр. обложки:

Рис. 1. Траектория полета к Сатурну аппарата "Кассини" (см. стр. 111)

Рис. 2. Исследовательский зонд "Гюйгенс" (ESA) для посадки на поверхность Титана

**На 4 стр. обложки:** На снимке скопления галактик С 1358 + 62, полученном космическим телескопом им. Хаббла, зафиксирована также самая далекая из когда-либо наблюдавшихся галактик (красное смещение  $z = 4,92$ ), для которой скопление сыграло роль гравитационной линзы (см. стр. 20)

- 3 SLYSH V.I. The cosmic masers and formation of the stars  
10 EFREMOV Yu.N. From associations of stars to complex of stars  
21 SYVOROTCKIN V.L. Degassing of Earth destroys ozonosphere

#### ECOLOGY

- 28 SVESHNIKOV V.V., KOZLOV V.V., SOMOVA V.I. From space photograph to ecological map

#### PEOPLE OF SCIENCE

- 35 TSANDER A.F. Fridrih Arturovitch Tsander (110 years of birthday)  
44 PCHELOV E.V. Iogann Bayer  
49 SHUMILOV A.V. Grigory Ivanovitch Shelikhov (250 years of birthday)

#### FROM THE FOREIGN COSMONAUTICS

- 57 GERASIUTIN S.A. Program "Space Shuttle". The chronicle of flights

#### HYPOTHESES, DISCUSSION, SUGGESTIONS

- 65 YAZEV S.A. Just why is Cosmos silent?

#### HISTORY OF SCIENCE

- 72 BRONSHTEN V.A. Newton's Moon theory

#### AMATEUR ASTRONOMY

- 79 Sky calendar: March-April 1998

#### AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 88 BEKIASHEV R.H. Home-made reflector with CCD matrix

#### ON EXHIBITION AND MUSEUMS

- 91 ASTROV L.A. Space exposition MAKS-97

#### CHRONICLE OF SEISMICITY OF EARTH

- 97 STAROVOIT O.E., TCHEPKUNAS L.S. June-August 1997

#### THE WEATHER OF EARTH

- 99 BIRMAN B.A., BALASHOVA E.V. The summer of 1997. Fenomena of Nature's range

#### THE BOOKS ABOUT EARTH AND SKY

- 102 GOROBETS B.S. The book of academician V.L. Ginsburg "About physics and astrophysics"  
107 Index of articles published in the section "Amateur astronomy" in 1965-97

#### Редакционная коллегия:

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН

доктор географ. наук А.А. АКСЕНОВ, академик А.А. БОЯРЧУК, доктор психол. наук Ю.Н. ГЛАЗКОВ, доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН, доктор физ.-мат. наук И.А. КЛИМИШИН, доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО, доктор физ.-мат. наук И.Н. МИНИН, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ, доктор физ.-мат. наук Г.Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ, академик В.В. СОБОЛЕВ, Н.Н. СПАСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ, доктор физ.-мат. наук Г.М. ТОВМАСЯН, академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

## Космические мазеры и звездообразование

В.И. СЛЫША,  
член-корреспондент РАН  
Астрокосмический центр, ФИАН, Москва



“Земля и Вселенная” поздравляет Вячеслава Ивановича Слыша с избранием в члены-корреспонденты РАН в 1997 г. Вячеслав Иванович – заместитель директора Астрокосмического центра ФИАН, заведующий отделом галактической и внегалактической астрономии.

Большинство работ В.И. Слыша, выполненных в последнее время, связано с исследованием космических мазеров. За цикл работ по исследованию метанольных мазеров ему была присуждена в 1995 г. премия им. Ф.А. Бредихина – высшая награда РАН в области астрономии.

Формирование звезд – одна из самых интригующих проблем астрофизики. Звезды рождаются внутри плотных облаков газа и поэтому наблюдать процесс звездообразования в оптических лучах невозможно. Только сравнительно недавно астрономы получили возможность

получать прямую информацию об этом процессе, исследуя излучение космических мазеров. Здесь особо интересно мазерное излучение метанола, молекулы которого способны генерировать два вида излучения. Исследование ряда источников мазерного излучения

метанола обоих типов, которому посвящена данная статья, оказалось чрезвычайно плодотворным как для понимания физики космических мазеров, в природе излучения которых еще не все до конца ясно, так и для исследования процесса звездообразования.

## ПРОТОЗВЕЗДЫ И КОСМИЧЕСКИЕ МАЗЕРЫ

Пространство между звездами галактик – не пустое, оно заполнено разреженным газом, состоящим из водорода с примесью других химических элементов и простых молекул. В спиральных ветвях межзвездного газа больше. Часто он концентрируется в сравнительно плотные, холодные облака. Ядра этих облаков еще больше сжимаются под действием собственной гравитации (закон всемирного тяготения Ньютона!), образуя зародыши звезд – так называемые **протозвезды**. Дальнейшая эволюция протозвезд завершается резким повышением их температуры и плотности, что приводит в результате к возникновению молодых звезд. Этот интереснейший процесс для одного космического объекта может продлиться сотни тысяч и даже миллионы лет. Его возможно изучить только путем сравнения многих протозвезд, находящихся на различных стадиях эволюции. К сожалению, процесс этот очень трудно наблюдать, поскольку протозвезды не видны в обычные оптические телескопы. Но они могут быть выявлены и исследованы по радиоизлучению молекул, входящих в виде малых примесей в межзвездный газ.

Молекулы, в отличие от атомов, излучают радиоволны, так как столкновения их с другими молекулами или атомами

вызывает вращение молекул вокруг собственной оси. В зависимости от поглощенной при ударе кинетической энергии молекула может вращаться быстрее или медленнее. А вследствие законов квантовой механики частоты вращения постоянны и фиксированы для каждого типа молекул. При переходе ее от состояния с большей вращательной энергией в состояние с меньшей энергией излучается квант в радиодиапазоне. Например, простейшая молекула гидроксила –  $\text{OH}$  – излучает на частоте 1665,4 МГц, а молекула воды –  $\text{H}_2\text{O}$  – на частоте 22235 МГц.

С помощью больших радиотелескопов можно принимать радиоизлучение от молекулярных облаков, удаленных от нас на расстояния в тысячи парсек. Измеряя интенсивность радиоизлучения и другие параметры, можно определить плотность газа, его температуру и скорость движения облаков.

В некоторых случаях можно наблюдать исключительно высокую интенсивность радиоизлучения в очень узком интервале частот. Такие объекты получили название **космических мазеров**. Природа их аномально сильного радиоизлучения пока до конца не ясна и является одной из центральных проблем современной астрофизики. Космические мазеры неизменно соседствуют с протозвездами, что делает их ключом к пониманию

процесса рождения звезд. Данная статья посвящена исследованию одного из наиболее интересных космических мазеров – мазера молекулы метилового спирта (метанола).

## МЕТАНОЛЬНЫЕ МАЗЕРЫ

### “Межзвездный алкоголь”

Метанол отличается от всем известного этанола (этилового спирта) более простой структурой: его молекула состоит из шести атомов и имеет химическую формулу  $\text{CH}_3\text{OH}$ . В межзвездном газе метанола довольно много, хотя и меньше, чем воды. Предполагается, что в межзвездной среде метанол содержится в виде примеси в замерзшей воде, составляющей основу межзвездных пылинок. Вблизи звезд или других источников тепла льдинки испаряются, а вода и метанол (а также некоторые другие вещества) переходят в газообразное состояние и становятся доступными для наблюдений с помощью радиотелескопов.

Обычно радиоизлучение молекул, в том числе метанола, наблюдается в виде сравнительно широких линий средней или малой интенсивности. Это так называемое **тепловое радиоизлучение**. Оно формируется как совокупность фотонов, испускаемых всеми молекулами независимо друг от друга в результате спонтанного перехода с верхнего вращательного энергетического уровня на

нижний. (Спонтанный означает самопроизвольный, происходящий в непредсказуемый момент времени и не зависящий от того, что происходит с другими молекулами.)

В поле зрения радиотелескопа обычно попадает излучение от весьма значительной части молекулярного облака. Отдельные его части движутся одна относительно другой, поэтому частоты излучения молекул смещаются от номинальной частоты в большую или меньшую сторону из-за эффекта Доплера. В результате спектр радиолинии молекул размывается в полосу частот, которая соответствует доплеровским скоростям порядка нескольких километров в секунду.

#### МАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

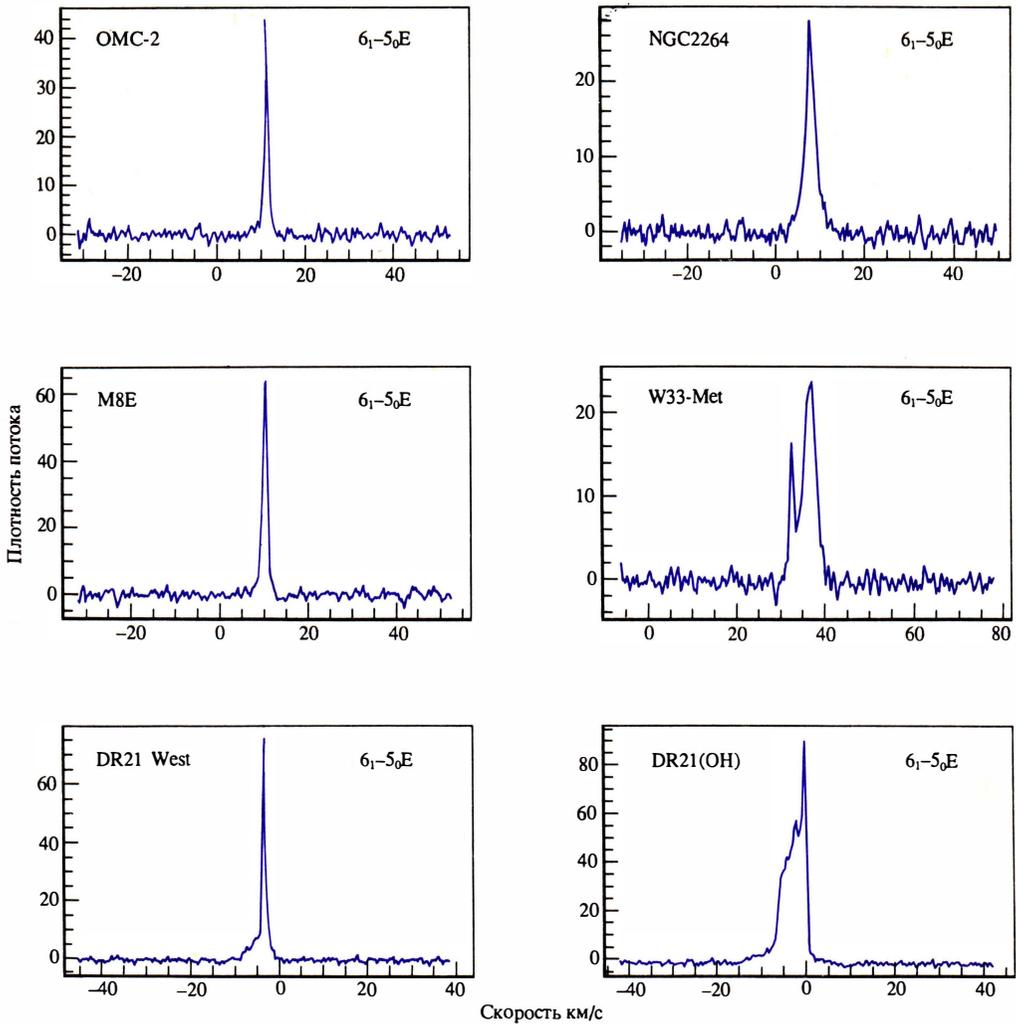
В источниках космического мазерного излучения, которые иногда встречаются в молекулярных облаках, полоса частот излучения значительно уже, чем в тепловых радиолиниях, и соответствует доплеровским скоростям меньше одного километра в секунду. Зато интенсивность этого излучения значительно превосходит интенсивность теплового радиоизлучения, в десятки, тысячи, а в ряде случаев и в миллиарды раз. В отличие от теплового излучения, вызванного спонтанными переходами, в мазерном излучении доминируют **индуцированные переходы**, которые происходят гораздо чаще

спонтанных. Индуцированный переход молекулы, находящейся на верхнем уровне, происходит под воздействием фотона, попавшего на нее от какой-то другой молекулы. Он приводит к появлению еще одного фотона, который имеет ту же частоту, поляризацию и направление движения, что и исходный фотон. Эти два тождественных фотона, попав еще на две молекулы, тоже находящиеся на верхнем уровне, способствуют рождению еще двух фотонов, и так далее. Число фотонов будет быстро возрастать, что и приведет к очень высокой интенсивности излучения. Для того, чтобы возник космический мазер, необходимо достаточно большое количество молекул, находящихся на верхнем уровне, гораздо большее, чем при простом тепловом излучении. Процесс создания избыточного (по сравнению с тепловым) количества молекул, находящихся на верхнем уровне, называется **накачкой**. Этот термин заимствован из теории лабораторных мазеров, где накачка производится с помощью вспышек света, электрического разряда или каких-либо иных источников энергии. В космических мазерах накачка достигается естественным путем при наличии определенных физических условий. Рассмотрим два типа космических метанольных мазеров, которые возникают и функционируют в двух разных состояниях молекулярных облаков.

#### МЕТАНОЛЬНЫЕ СТОЛКНОВИТЕЛЬНЫЕ МАЗЕРЫ

Избыточная заселенность верхнего уровня может появляться за счет столкновений молекул метанола с другими молекулами, обычно с молекулами водорода. В молекулярных облаках каждая молекула метанола сталкивается с другими молекулами примерно десять раз в сутки. При каждом столкновении она получает толчок, от которого закручивается вокруг всех трех осей, или, говоря на квантовом языке, переходит на один из верхних вращательных уровней. Вращающаяся молекула излучает электромагнитные волны, поскольку является электрическим диполем. Энергия вращения переходит в энергию электромагнитного излучения. На квантовом языке это означает, что молекула излучает фотон и переходит с верхнего уровня с большей энергией на нижний.

Такие процессы происходят не только при мазерном, но и при обычном тепловом излучении. Специфика молекулы метанола состоит в том, что электрический дипольный момент при вращении молекулы поперек оси гораздо меньше, чем при вращении вдоль оси. Поэтому после возбуждения вращения очередным столкновением с молекулой водорода продольное вращение переходит в электромагнитное излучение быстрее, чем поперечное вращение. В итоге



молекулы, возбужденные столкновениями, в основном вращаются поперек оси. В случае же теплового излучения вращение вокруг всех осей одинаково вероятно.

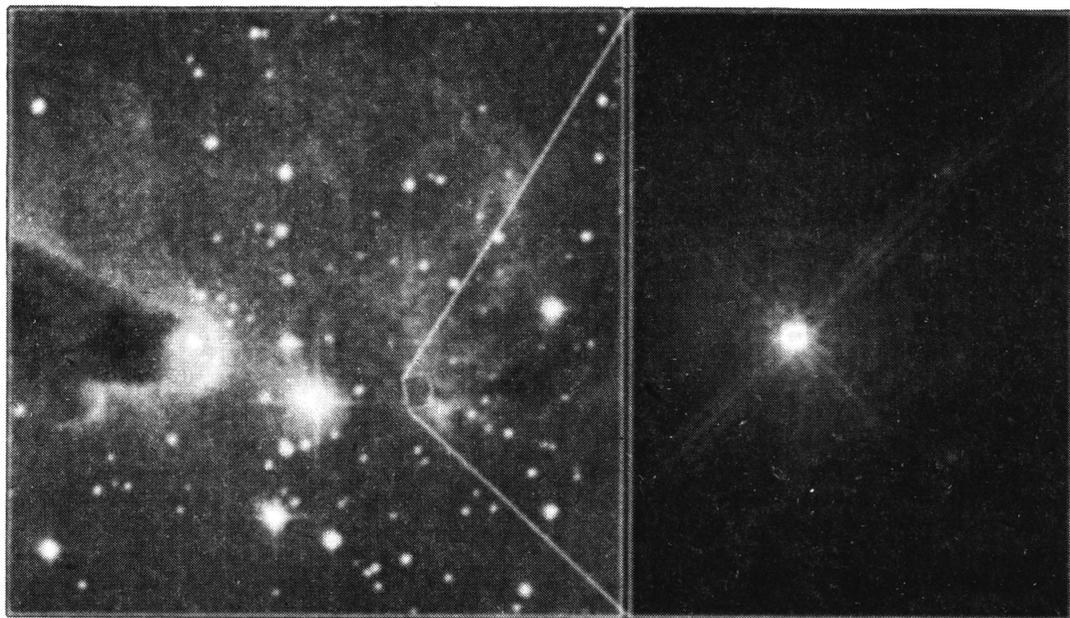
Преобладание поперечного вращения молекулы метанола над вращением продольным означает, что имеется избыток числа молекул, находящихся в состояниях, в которых верхний уровень соответствует поперечному вращению, по

сравнению с количеством молекул в состояниях, в которых нижний уровень соответствует продольному вращению. Происходит накачка, создающая благоприятные условия для возникновения мазерного излучения.

В молекуле метанола есть целая группа переходов на частотах миллиметрового диапазона волн. Если изложенная выше модель верна, то на этих частотах следует ожидать мазерное излу-

*Спектры мазерного излучения метанола столкновительного типа на волне 2,3 мм*

чение. Нами были проведены наблюдения молекулярных облаков в линиях метанола на волнах 8; 7; 3; 2,3 и 1,3 мм. На всех этих волнах в соответствующих переходах метанола были найдены интенсивные источники мазерного излучения. На иллюстрациях можно ви-



деть спектры шести галактических источников мазерного излучения метанола столкновительного типа на волне 2,3 мм. Мазерные линии видны как высокие, узкие пики; для сравнения на некоторых спектрах (справа) можно видеть широкие тепловые линии, излучаемые тем же молекулярным облаком. Источники мазерного излучения OMC-2, M8E, DR21, NGC2264, W33-Met – хорошо известные очаги звездообразования в нашей Галактике. Наличие в них мазерного излучения метанола позволяет сделать оценки физических параметров этих облаков с высокой точностью.

#### МЕТАНОЛЬНЫЕ РАДИАТИВНЫЕ МАЗЕРЫ

Противоположными столкновительным являются радиативные метанольные мазеры. В отли-

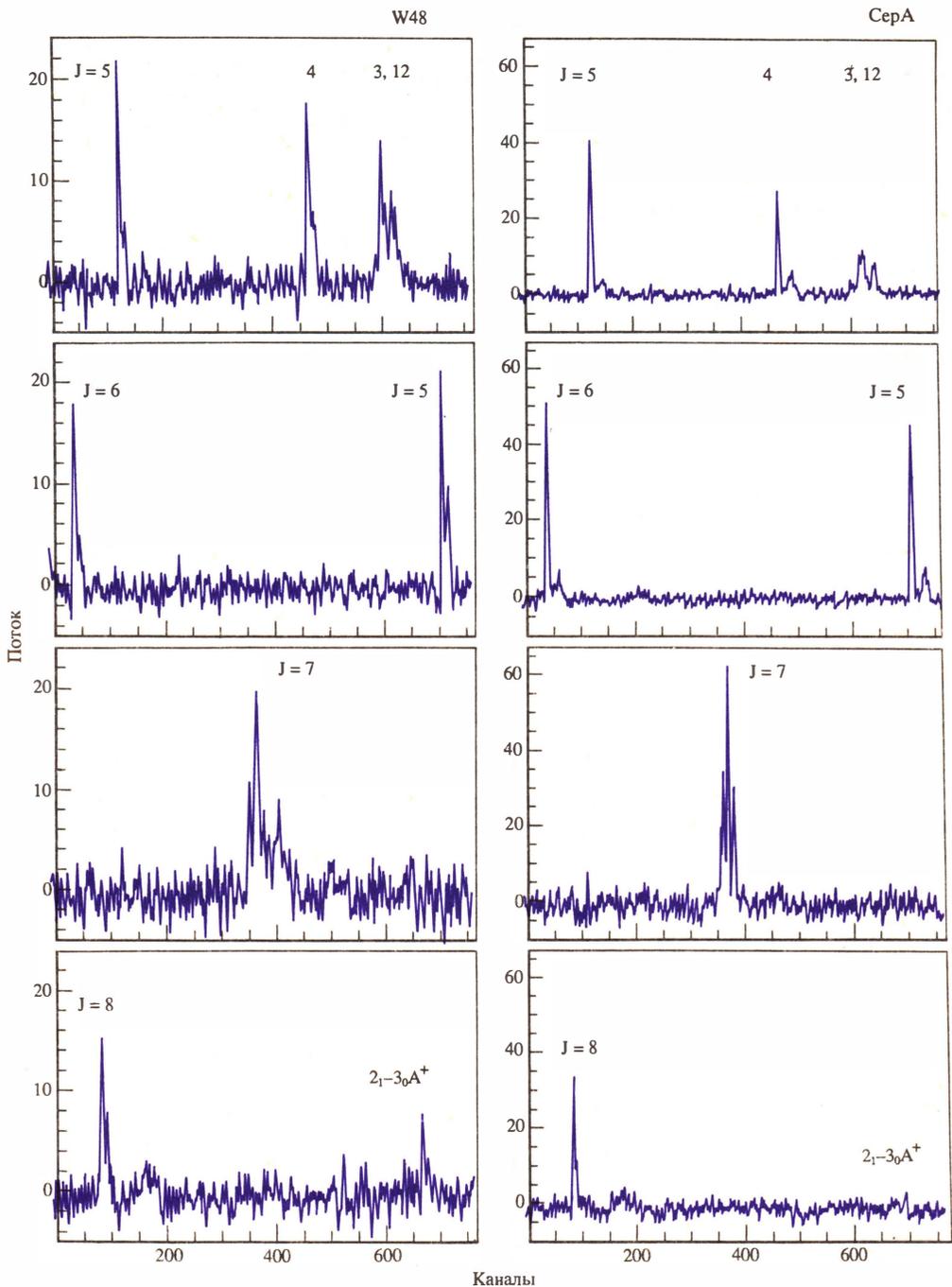
чие от первых, где возбуждение вращения молекул метанола осуществляется при столкновениях с молекулами газа, в радиативных мазерах вращение возбуждается внешним излучением, или столкновениями с фотонами. Источником внешнего излучения могут служить скопления нагретой пыли или зоны ионизованного газа вокруг горячих звезд.

При столкновениях молекул метанола с фотонами возбуждается преимущественно продольное вращение, так как ему соответствует большее значение электрического дипольного момента. В результате создается избыток молекул, находящихся на верхних уровнях, соответствующих продольному вращению. Переходы с этих уровней на уровни, соответствующие поперечному вращению, тоже могут

Оптическое (слева) и инфракрасное (справа) изображения области звездообразования NGC 2264, излучающей мазерную линию метанола. Инфракрасный снимок сделан космическим телескопом Хаббла с помощью камеры НИКМОС. Положение источника мазерного излучения совпадает с ярким объектом на этом снимке. Это – молодая звезда в окружении нескольких слабых и еще более молодых звезд

приводить к мазерному излучению.

Такого рода переходы в молекуле метанола расположены в сантиметровой и миллиметровом диапазонах длин волн. Мы провели поиски мазерного излучения радиативного типа на волнах 4,5 см; 2,8 мм и 1,9 мм и нашли множество сильных мазеров. Особенно показательны спектры мазерного излучения метанола источников радиативного



типа W48 и CepA на волне 1,9 мм. Как и ожидалось, в каждом источнике наблюдается целая серия мазерных линий, соответствующая разной степени

возбуждения вращения. Тепловое излучение метанола также присутствует в виде более слабых, широких линий. Как и требует модель, радиатив-

Спектры мазерного излучения метанола радиативного типа на волне 1,9 мм

ные метанольные мазеры были обнаружены лишь в тех молекулярных облаках, где имеются мощные источники внешнего излучения, главным образом, зоны ионизированного газа вокруг горячих звезд. Эти звезды очень молоды и окружены остатками ядер молекулярных облаков, из которых они родились.

#### МАЗЕРЫ И ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ

Два типа метанольных мазеров – столкновительные и радиативные – соответствуют двум стадиям процесса звездообразования. Столкновительные мазеры находятся в плотных ядрах молекулярных облаков, еще не достигших даже стадии протозвезды: пока это только сгусток газа. В этих объектах встречаются и мазеры водяного пара. Радиативные мазеры связаны с более поздни-

ми стадиями процесса звездообразования, фактически с уже родившимися звездами. Правда, эти звезды еще находятся в пределах “родного” молекулярного облака и окружены остатками плотного молекулярного ядра, из которого они родились. Поэтому они еще не видны в оптических лучах, но уже проявляют себя через зону ионизированного газа. С такими звездами связаны также мазеры гидроксила OH. В дальнейшем остатки молекулярного ядра рассеются, звезда выйдет из молекулярного облака и засияет на звездном небе, как это случилось сравнительно недавно в созвездии Ориона.

Первые исследования метанольных мазеров оказались чрезвычайно плодотворными как для понимания физики космических мазеров, так и для исследования процесса звездообразования. Эти

исследования необходимо продолжить в нескольких направлениях. Во-первых, продолжить поиски излучения метанола в новых линиях для уточнения модели накачки. Во-вторых, построить карты источников мазерного излучения метанола с высоким угловым разрешением и сопоставить их с аналогичными картами других космических мазеров (OH и H<sub>2</sub>O). Также необходимо построить карты ближайших окрестностей метанольных мазеров в линиях теплового излучения метанола, характеризующих структуру молекулярного облака вокруг мазеров.

Получив эту новую информацию, можно будет построить более подробную и точную модель областей звездообразования и существенно продвинуться в понимании этого фундаментального процесса.

## Информация

### **Влияние Солнца на полет спутников**

В 1976 г. на орбиту высотой 5900 км запущен американский геодезический спутник “LAGEOS-1” (лазерная геодезическая съемка). Программой полета предусмотрены высокоточные измерения движений земной коры с использованием 426 призматических угол-

ковых отражателей лазерного сигнала, установленных на сферическом корпусе ИСЗ. Для получения надежных данных необходимо знать точное положение спутника в каждый момент времени. Однако к 1989 г. был замечен дрейф “LAGEOS” на орбите, возможно вызванный действием солнечного света. Разогретая сторона спутника излучает добавочно полученную энергию и создает слабый, но постоянно действующий реактивный эффект. От воздействия светового излучения плоскость орбиты спутника постепенно сместилась на несколько тысяч километ-

ров. Кроме того, у “LAGEOS-1” обнаружилось биение оси вращения, приводящее с годами к изменению ее наклона.

К началу 1997 г. в корпорации “Хьюз” проведены вычисления, позволившие внести необходимые поправки в прогноз смещения спутника. После установления причины наблюдаемых эффектов можно будет улучшить математическую модель движения спутника и продлить его существование на несколько десятилетий.

Science News, 1997, 151, № 2

## От звездных ассоциаций к звездным комплексам

Ю.Н. ЕФРЕМОВ  
Доктор физико-математических наук



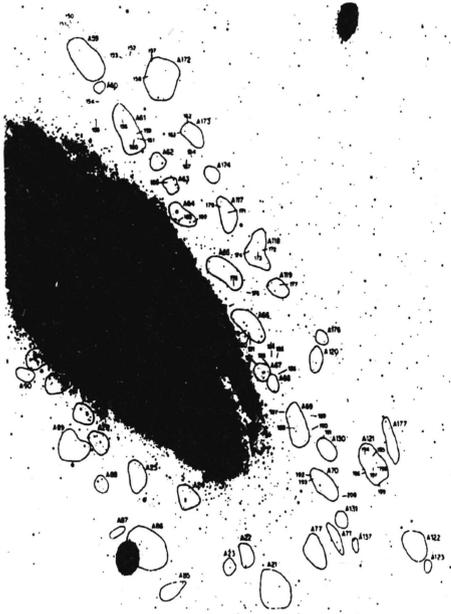
Юрий Николаевич Ефремов – один из наиболее известных астрономов нашей страны, доктор физико-математических наук, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова, заведующий отделом изучения Галактики и переменных звезд ГАИШ МГУ. Он открыл зависимость “период–возраст” у цефеид, ввел представление о звездных комплексах как о фундаментальных ячейках звездообразования; он автор более 160 научных работ. Его монография “Очаги звездообразования в галактиках” послужила основой для присуждения ему в 1996 г. высшей премии МГУ – Ломоносовской и премии Астрономического Общества за лучшую научную работу 1996 г.

Юрий Николаевич – постоянный автор нашего журнала (эта статья – шестнадцатая) и блестящий популяризатор своей науки. Его книга “В глубины Вселенной” выдержала уже три издания и хорошо известна любителям астрономии и профессионалам. Редакция журнала “Земля и Вселенная” от души поздравляет Юрия Николаевича с 60-летием, желает ему здоровья и новых творческих успехов.

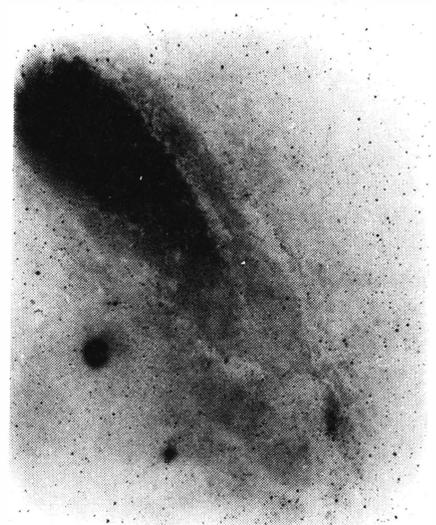
Наши представления о формировании звезд в галактиках в последние два года значительно изменились. Выясняется, что межзвездный газ формирует в пространстве протяженную сеть, и облака в этой сети, охваченные турбулентными движениями, имеют самоподобную, фрактальную структуру. В таком распределении нет характерного размера. Поэтому

не существует физически выделенных размеров для ассоциаций. Диаметры звездных комплексов различны в разных галактиках и определяются параметрами данной галактики. Звездообразование не происходит в каскаде последовательных коллапсов и фрагментации межзвездных облаков, но совершается одновременно на всех масштабах,

причем меньшие области звездообразования возникают и исчезают многократно, прежде чем оно закончится в большей области. Представления о фрактальной структуре и турбулентности межзвездного газа помогли построить универсальный механизм образования рассеянных и шаровых скоплений во все эпохи и в любых условиях.



*Звездные комплексы, выделенные ван ден Бергом в спиральных рукавах галактики Андромеды под названием ассоциаций*



*Фотография юго-западной половины галактики Андромеды*

**ЗВЕЗДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ,  
АССОЦИАЦИИ И ЦЕФЕИДЫ**

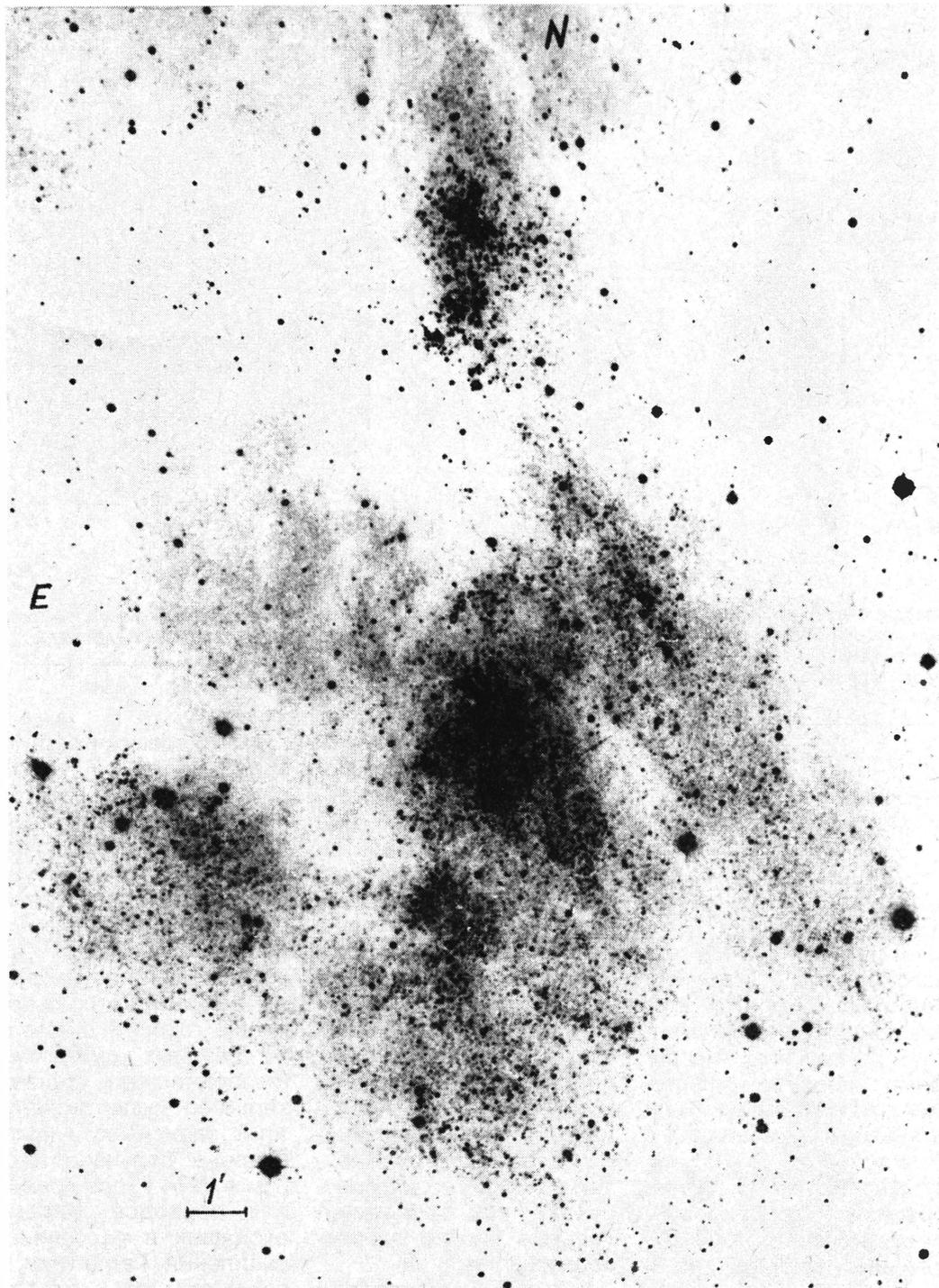
Двадцать лет назад автор сдал в редакцию "Писем в Астрономический журнал" статью под заголовком "Звездные комплексы". В этой статье приводились аргументы в пользу того, что помимо звездных скоплений с размерами до 20 пк и звездных ассоциаций с размерами в 30–200 пк, существуют еще более обширные группировки, объединяющие как отдельные звезды, так и скопления и ассоциации с возрастом до 100 млн лет и размерами до 1 кпк. Для них было предложено название **звездные комплексы** (Земля и

Вселенная, 1991, № 2). Представление о звездных комплексах постепенно завоевывало признание, и в 1985 г. этот термин появился в учебнике "Звездная астрономия" П.Г. Куликовского.

В последние два года концепция претерпела существенные изменения, о которых в первую очередь и будет идти речь. Выясняется, что ОВ-ассоциации – лишь одно из звеньев в иерархическом континууме областей звездообразования, тогда как параметры звездных комплексов определяются характеристиками содержащих их галактик и их можно рассматривать как фундаментальные ячейки звездообразования.

Звездные комплексы в нашей Галактике были первоначально выделены в основном по данным о пространственном распределении цефеид. Бла-

годаря хорошо известной зависимости **период–светимость**, расстояния этих пульсирующих переменных звезд определяются столь же уверенно, как и расстояния рассеянных скоплений. У цефеид существует также и зависимость **период–возраст**, которая позволяет говорить о возрасте звездных комплексов. Эмпирическое доказательство существования этой зависимости было впервые получено автором в 1964 г. при сравнении периодов цефеид, входящих в рассеянные скопления Галактики, с возрастом этих скоплений. Позднее была получена четко выраженная зависимость период–возраст по многочисленным цефеидам, связанным со



*Звездные комплексы в спиральном рукаве S4 галактики Андромеды. 1' соответствует 200 пк*

скоплениями Магеллановых Облаков. Не нужно думать, что одна и та же звезда, старея, становит-

ся цефеидой со все меньшим периодом. Цефеиды являются потомками массивных звезд главной по-

следовательности. Покинув ее, эти звезды неоднократно пересекают полосу нестабильности на диаграмме **температура–светимость**; чем больше масса и светимость звезды, тем меньше ее возраст и тем больше ее период на сравнительно кратковременной стадии цефеиды.

Знание возраста цефеид оказалось очень полезным и при изучении звездных комплексов и ассоциаций в галактике Андромеды (М31). В 1964 г. известный канадский астроном Сидни ван ден Берг выделил в ней около 200 группировок голубых звезд со средним поперечником в 500 пк. Он рассматривал эти группировки как ОБ-ассоциации, а их размеры, существенно большие, чем в нашей Галактике, объяснил тем, что окраинные части ее ассоциаций теряются в более плотном, чем в М31, звездном фоне. Иными словами, ван ден Берг предположил, что истинные размеры ОБ-ассоциаций намного больше, чем считалось раньше. Однако от классических ОБ-ассоциаций обширные группировки, выделенные в М31 по голубым звездам, отличались не только размерами, но и концентрацией к ним цефеид, возраст которых в среднем около 50 млн лет (сравнить с 5 млн лет для О-звезд). После выделения звездных комплексов (ЗК) в нашей Галактике стало ясно, что на расстоянии галактики Андромеды они выглядели бы в точности как группи-

ровки, описанные там ван ден Бергом под названием ОБ-ассоциаций.

Большой возраст и размеры ЗК сравнительно с ОБ-ассоциациями позволили объяснить большое различие в размерах ассоциаций, которое обнаружил в 1986 г. известный американский астроном Поль Ходж в ряде галактик. Во многих случаях найденные им ассоциации следовало бы классифицировать как ЗК. Результаты во многом зависят от разрешения и проницающей способности телескопов, а также от расстояния до соответствующих галактик.

Группировки с характеристиками, тождественными известным у классических ОБ-ассоциаций Галактики, были выделены в М31 в 1985-1987 гг. автором совместно с болгарскими астрономами Г. Ивановым и Н. Николовым. Мы проводили наблюдения на 2-м болгарском телескопе и получили пластинки, дающие более высокое разрешение, чем использованные ван ден Бергом пластинки 52" камеры Шмидта в Таутенберге (Земля и Вселенная, 1984, № 3). Мы независимо обнаружили все группировки голубых звезд, найденные ранее ван ден Бергом и их средний размер получился примерно таким же, но когда сосредоточились на наиболее голубых и ярких (а следовательно наиболее молодых) звездах, то нашли для этих "истинных" ОБ-ассоциаций средний размер в 80 пк, прак-

тически такой же, как полученный Ходжем для ассоциаций Магеллановых Облаков. Почти все наши ассоциации оказались в пределах "ассоциаций" ван ден Берга. Итак, необходимо, четко разделять ассоциации и комплексы: последние являются местами рождения ОБ-ассоциаций, которые возникают и распадаются неоднократно за время жизни комплекса.

Эти представления получили вскоре мощную теоретическую поддержку. Американский теоретик Брюс Эльмегрин, начиная с 1979 г., развивал представления о формировании в газовых дисках галактик под действием гравитационной нестабильности сверхгигантских облаков (с массами порядка 10 млн солнечных масс и с размерами около 1 кпк.). Такие облака должны образовываться быстрее, чем облака меньшей массы и особенно быстро – в пределах спиральных рукавов. В поисках данных о молодых звездных группировках соответствующего масштаба Брюс Эльмегрин наткнулся на мои работы о звездных комплексах, а я, собирая данные о наибольших газовых облаках, – на его исследования.

Надо сказать, что отдельные образцы сверхоблаков были известны и раньше, точно также как и немногочисленные сверхгигантские группировки О-звезд – сверхассоциации. Теперь же представлялось, что мас-

штаб сверхоблаков – звездных комплексов является не только наибольшим для областей звездообразования, но и повсеместным, наблюдающимся во всех дисковых галактиках.

#### ПРИРОДА ЗВЕЗДНЫХ АССОЦИАЦИЙ

Но что же такое звездные ассоциации? Дискуссия на эту тему началась в нашей стране почти сразу же после того, как в 1947-49 гг. В.А. Амбарцумян ввел этот термин. Напомним только, что копы ломались прежде всего из-за вывода В.А. Амбарцумяна, что звезды рождаются в ассоциациях при взрывном распаде ненаблюдаемых сверхплотных тел неизвестной природы. Он основывался на том, что низкая плотность О-ассоциаций означает их динамическую неустойчивость, а гравитационная конденсация газовых облаков в звезды может породить только гравитационно связанную систему.

Поскольку ОВ-ассоциации действительно динамически неустойчивы, но тем не менее наблюдаемы, их возраст должен быть невелик. Это послужило важнейшим подтверждением молодости массивных звезд, следовавшей из теории термоядерных источников их энергии. Однако для объяснения распада ассоциаций и образования звезд нет нужды в привлечении сверхплотных тел. Давно ясно,

что в звезды превращается лишь несколько процентов массы исходного газового облака, и быстрый уход оставшегося газа из рождающейся звездной группировки (вызванный воздействием на него излучения О-звезд и взрывов Сверхновых) превращает ее в гравитационно несвязанную.

Именно гравитационная неустойчивость предлагалась в качестве критерия отличия ассоциации от скопления, но на практике это применить невозможно – необходимо иметь данные о скоростях и массах звезд. Обычно ОВ-ассоциацией называют разреженную группировку ОВ-звезд с размером в 30–200 пк, часто содержащую внутри себя столь же молодые скопления. Сложная внутренняя структура, наличие многочисленных, вложенных друг в друга подгрупп и скоплений особенно заметна для близких ОВ-ассоциаций, как например той, которая охватывает почти все созвездие Ориона.

Большие размеры и меньшая концентрация звезд является единственным возможным критерием отличия ассоциаций от скоплений в других галактиках. Приходится признать, что ассоциацией называется такая звездная группировка, которую эксперты рассматривают как ассоциацию... Так, составляя в 1978 г. каталог ОВ-ассоциаций в Большом Магеллановом Облаке (БМО), П. Люкке и П. Ходж не включили в него объекты

с заметной концентрацией к центру, поскольку они уже были ранее внесены в каталоги как скопления; однако же ряд скоплений, окруженных яркими звездами, попал и в их каталог ассоциаций. Эти авторы сообщают, что в неопубликованном списке ассоциаций БМО, составленном Б. Вестерlundом, намного больше объектов, и подчеркивают, что очень часто трудно сказать, являются ли расположенные по соседству группировки частями одной и той же ассоциации или же они независимы.

Как уже говорилось, средний размер ОВ-ассоциаций в БМО равен 78 пк, хотя некоторые достигают 350 пк. Близким к 80 пк оказался средний поперечник ассоциаций и почти во всех других близких галактиках. Так, в М33 Г. Иванов выделил 460 ассоциаций со средним размером в 77 пк. Это значение подтвердилось даже после использования объективных, статистически обоснованных методов объединения голубых звезд в группы. В М31 Е. Манье и П. Батинелли с соавторами нашли 174 ОВ-ассоциации, и их средний диаметр оказался равен 90 пк, т.е. почти такой же, как полученный ранее автором совместно с болгарскими коллегами при визуальном выделении ассоциаций. Возникло впечатление, что размер в 80 пк – выделенный, характерный для ОВ-ассоциаций, и мы предполагали, что его существование может



быть связано с наличием среднего размера (около 40 пк) у гигантских молекулярных облаков, прародителей ОВ-ассоциаций. При обычно низкой эффективности звездообразования и повсеместно малой вероятности образования массивных О-звезд именно гигантское облако, с массой порядка 100000 солнечных нужно для того, чтобы в возникающей из него звездной группировке появились О-звезды и она заслужила бы названия О-ассоциации.

#### ИЕРАРХИЧЕСКОЕ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ

Последнее рассуждение остается справедливым, но недавно появились весьма серьезные сомнения в реальности существования характерного размера для О-ассоциаций и исходных газовых облаков. Как неоднократно отмечалось ранее, в распределении по размерам и массам газовые облака и звездные группировки имеют большое сходство. Ряду, начинающемуся с кратных звезд, и далее от скоплений, ассоциаций и групп ассоциаций к звездным комплексам, соответствует последовательность газовых облаков, от уплотнений в ядрах молекулярных облаков до сверхоблаков. Накапливается все больше данных о том, что облачная структура межзвездного газа представляет собой в основном протяженную сеть турбулентного газа со сверхзвуковыми движениями и

иерархическим, фрактальным распределением плотности – за исключением тех сравнительно редких случаев, когда на газ воздействуют регулярные силы (вроде гравитации в спиральных волнах плотности).

В недавней работе Б. Эльмегрин и Э. Фальгарон подтверждено, что облака в этой сети имеют иерархическую, самоподобную, фрактальную структуру. Параметр, называемый **объемной фрактальной размерностью**, найден равным  $D \sim 2,3$ . Напомним, что при однородном распределении плотности масса внутри сферы данного радиуса пропорциональна кубу радиуса и фрактальная размерность в этом предельном случае равна 3. Чем меньше значение фрактальной размерности, тем меньший объем данной сферы занимают объекты фрактальной природы. Отметим сразу же: значение  $D = 2,3$  близко к наблюдаемому в земных лабораториях в процессах, связанных с турбулентностью, что указывает на ее значительную роль и в образовании межзвездных газовых облаков. Кучевые облака водяных паров в земной атмосфере также турбулентны и имеют фрактальную структуру, и когда мы любуемся нагромождениями белоснежных куполов на лазурном небе, мы смотрим и на прообразы межзвездных облаков (Земля и Вселенная, 1997, № 6). Звездообразование, идущее в газовых облаках

разного масштаба, также должно быть иерархическим, приводящим к появлению звездных группировок разного масштаба, а не одиночных звезд. Но во фрактальном распределении нет характерного размера!

Неоднократно рассматривалась взаимосвязь между массой, размерами, плотностью и дисперсией скоростей для газовых облаков, которую иногда называют "законами Ларсона" по имени американского астрофизика, много этими закономерностями занимавшегося. Наблюдаемая дисперсия скоростей в облаке пропорциональна корню квадратному из его размеров, а это вместе с фрактальной геометрией газовых облаков и самоподобным распределением плотности в иерархических облаках указывает на то, что наблюдаемая структурность в газовых облаках и, следовательно, в распределении молодых звезд, связана не только с самогравитацией, но и с турбулентностью. Звездообразование подчеркивает, выделяет турбулентные структуры в межзвездной среде, поскольку звезды образуются в наиболее плотных ее областях, сформированных турбулентным сжатием. Дисперсия скоростей в облаке,  $c$ , как следует из наблюдений молекулярных облаков, связана с его размерами,  $D$ , соотношением

$$c \sim 0,3\sqrt{D},$$

где размеры даны в пар-

секах, а дисперсия скоростей – в км/с. Время  $T_C$ , за которое турбулентность охватывает область с размером  $D$ , равно  $D/c$  и примерно равно

$$T_C \sim 3\sqrt{D},$$

где размеры в парсеках, а время в миллионах лет.

Предположение, что звездообразование в меньших облаках должно идти быстрее, чем в больших, высказывалось и ранее (в первую очередь французским теоретиком Р. Анриксеном), исходя именно из роли турбулентности в звездообразовании. Но существование зависимости между различием возрастов звезд и размерами области звездообразования было продемонстрировано лишь в 1996 г. Б. Эльмегрином и автором по данным о взаимных расстояниях и периодах цефеид в БМО; зависимость период–возраст опять принесла пользу. Мы нашли, что длительность звездообразования растет как корень квадратный из размеров области звездообразования:

$$T_{SF} \sim 1\sqrt{D} \text{ (размерности те же)}.$$

Отсюда следует, что звездообразование идет во временной шкале, характерной для развития турбулентности в облаке, а размер области звездообразования,  $D_{RSF}$ , пропорционален дисперсии скоростей,  $c$ , и возрасту старейших звезд в ней,  $T$ :

$$D_{RSF} \sim T \cdot C$$

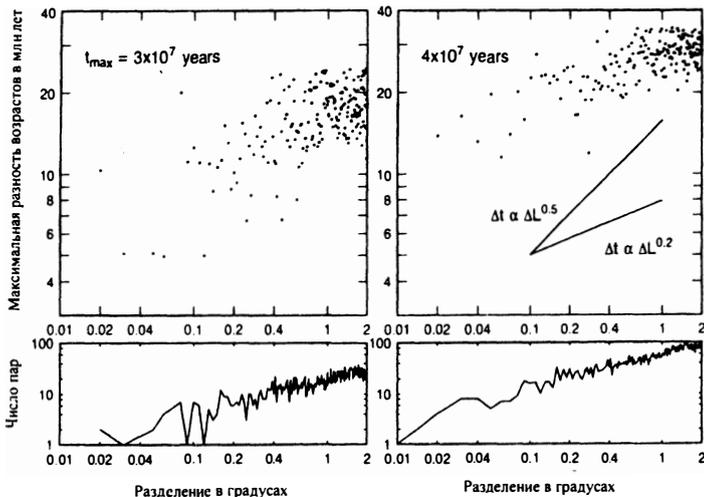
Как заключает Б. Эльмегрин, турбулентция организует структуру облака примерно за одно время пересечения облака ( $D/c$ ) и затем в каждом плотном районе сразу же после его образования происходит гравитационный коллапс, ведущий к формированию звезд.

Вывод, что звездообразование идет во фрактальной иерархии облаков в турбулентной шкале времени, существенно изменяет существовавшие ранее представления. Должны измениться и наши взгляды на природу ОБ-ассоциаций. Звездообразование не происходит в каскаде последовательных коллапсов и фрагментации межзвездных облаков, но свершается одновременно на всех масштабах, причем меньшие области звездообразования возникают и исчезают многократно, прежде чем оно закончится в большей области. Первые звезды, родившиеся в меньших активных областях внутри большой области – в звездном комплексе – успеют уже превратиться в цефеиды с характерным возрастом около 50 млн лет, а звездообразование все еще будет продолжаться во вновь образовавшихся внутри него ассоциациях. Такая же в принципе картина, но на меньших временных и пространственных масштабах, наблюдается и внутри ОБ-ассоциаций, компактные субгруппы внутри них имеют меньший возраст.

Фрактальная, иерархическая структурность

не имеет выделенного масштаба, но как же тогда объяснить предпочтительный размер в 80 пк, вроде бы наблюдающийся в близких галактиках? Необходимо признать, что этот размер является следствием того, что ОБ-ассоциации выделяются по звездам определенного возраста – О и ранним В-звездам! Возраст этих звезд около 10 млн лет, а дисперсия скоростей (турбулентная скорость) близка к 8 км/с, что согласно формуле  $D_{RSF} \sim T \cdot C$ , дает как раз 80 пк для размера группировок, называемых ОБ-ассоциацией. Их удобно выделять, так как эти звезды достаточно ярки, но никаких других причин для выделения ОБ-ассоциаций нет! Они не существуют как отдельный класс молодых звездных группировок, это лишь масштаб в континууме их размеров, соответствующий возрасту около 10 млн лет. Дело просто в том, что такой возраст имеют наиболее заметные в близких галактиках звезды – более молодые погружены обычно в пылевые облака и их группы слишком малы, а более старые звезды главной последовательности слишком слабы и поэтому не видны, или не рассматриваются при выделении ассоциаций.

Однако цефеиды ярче примерно на  $2^m$  звезд главной последовательности того же возраста (30-100 млн лет) и поэтому более доступны. Обрисовываемые ими группировки (звездные компле-



Зависимость между максимальной разностью возрастов цефевид и их взаимным расстоянием. Для возрастов, меньших 30 млн лет (90 млн с новой зависимостью период–возраст), разность возрастов возрастает пропорционально корню квадратному из расстояний (Эльмегрин и Ефремов, 1996, *Astroph. J.*, 466, 802-807)

ксы) имеют размеры около 600 пк и больше, которые определяются реальными физическими процессами, а не возрастом используемых звезд, поэтому комплексы столь важны. Их размеры являются предельными для звездных группировок, потому что приблизительно соответствуют толщине газового диска галактик. Диаметры звездных комплексов, определяемых как наибольшие округлые группировки звезд, безотносительно к их возрасту, как показано в нескольких работах Брюса и Деборы Эльмегрин с соавторами, зависят от главных характеристик вмещающих их галактик.

Проблема расширения ассоциаций ныне также смотрится по-другому. Соотношение **возраст–размер** может объяснить наблюдаемое увеличение с возрастом размеров ассоциаций или подгрупп внутри них ничуть не хуже, чем гипотеза об их расширении. Это не отри-

цает динамической неустойчивости ассоциаций, но вызывает сомнения, что именно она ответственна за связь размеров и возрастов. Последние работы показывают, что движения звезд в гравитационно несвязанной группировке зависят от слишком многих факторов, например, от наличия поблизости газовых облаков, и момент начала расширения ассоциации, а, следовательно, ее возраст по движениям звезд определяется крайне неурочно.

#### ОБРАЗОВАНИЕ ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЙ

Представление о фрактальной структуре и турбулентности межзвездного газа послужило важным звеном в построении универсального механизма образования рассеянных и шаровых скоплений во все эпохи и в любых условиях, предложенного Б. Эльмегрином и автором статьи в

1997 г. (*ApJ*, May 1). Мы видели, что турбулентность приводит к степенной зависимости между размерами ячеек межзвездного газа и дисперсией скоростей в них, что означает фрактальное распределение размеров и масс газовых облаков, в котором отсутствует характерная шкала. Следовательно, степенной характер имеет и распределение межзвездных облаков по массам, причем показатель степени близок к 2. Используя новые однородные данные о скоплениях Большого Магелланова Облака, мы нашли, что и для звездных скоплений всех масс и возрастов распределение по массам имеет тот же вид, как и для фрактальных межзвездных облаков.

Но чем же определяется различие между рассеянным скоплением – разреженным, как видно уже из названия, и шаровым скоплением – плотным и массивным?

Б. Эльмегрин выдвинул идею, что массивные шаровые скопления образуются в областях с очень высоким давлением, которое делает исходное газовое облако устойчивым к разрушающему

воздействию излучения О-звезд и взрывов Сверхновых. В таких облаках должны формироваться плотные гравитационно связанные скопления. Такие условия существовали в далеком прошлом при образовании шаровых скоплений в гало нашей Галактики. В обычных же условиях, при малых плотностях, как в современном диске Галактики, воздействие на газ О-звезд и Сверхновых (шансы на рождение которых возрастают с увеличением массы облака) приводит к его потере и к появлению гравитационно несвязанной ассоциации. Поэтому молодых массивных шаровых скоплений в нашей Галактике нет – более массивные группировки, образование которых продолжается в ее диске, являются ассоциациями. Массивные гравитационно связанные скопления, однако, многочисленны в Магеллановых Облаках, а в последнее время немало молодых шаровых скоплений было открыто во взаимодействующих галактиках. Гипотеза о возникновении таких скоплений в областях с высоким давлением естественным образом это объясняет. Такое давление возникает в газе при столкновении галактик и облаков внутри них, и в некоторых других случаях в областях с высокой плотностью газа. Оба Магеллановых Облака периодически сближаются друг с другом, что, очевидно, и вызывает избыток в них богатых звездных скопле-

ний. Немногочисленные богатые молодые скопления в галактике Андромеды почти все расположены именно в том сравнительно небольшом отрезке спирального рукава, в котором есть основания предполагать существование наиболее сильной спиральной волны плотности.

Распределение по массам наблюдающихся в нашей Галактике старых шаровых скоплений, однако, не степенное, а гауссово. Большинство скоплений имеют массу около 100000 солнечных. Это рассматривалось обычно как указание на то, что механизм образования рассеянных скоплений (для которых многие авторы давно уже получали степенное распределение с показателем около 2) совершенно иной, чем для шаровых скоплений. Однако мы смогли показать, следуя идее, высказанной еще в 1979 г. В.Г. Сурдиным, что отсутствие старых шаровых скоплений с малой массой объясняется их разрушением за огромное время, прошедшее с момента их образования. Те из них, что проходят через галактическую плоскость, теряют звезды вследствие сближений с гигантскими молекулярными облаками. Из-за высокой плотности внутри шаровых скоплений звезды теряются даже и без взаимодействия с другими объектами – при сближении звезд внутри скопления часть их приобретает высокие скорости и покидает его.

Различные механизмы, приводящие к рассеянию звезд скоплений в общем поле, сказываются сильнее на скоплениях меньшей массы – наименьшие просто исчезают. Пик в распределении старых шаровых скоплений по массам объясняется именно уменьшением со временем числа меньших скоплений, а не существованием предпочтительной массы для газовых облаков на стадии образования галактик. Заметим, что вывод о наличии такой массы был главным основанием для гипотезы об образовании галактик путем слияния многих предсуществовавших газовых облаков и/или уже готовых шаровых скоплений.

#### ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ

Итак, можно говорить о существовании континуума размеров и масс областей звездообразования. Их величины возрастают с увеличением возраста старейших звезд в данной области. Именно поэтому столь неоднозначны и противоречивы результаты выделения ОВ-ассоциаций; сходные размеры, получавшиеся для них в ряде близких галактик, являются следствием использования звезд примерно одинакового возраста. Никакого физически выделенного размера в этой иерархической последовательности не существует. Единственный механизм ответственен за рождение скоплений и ассоциаций разных масс в ее пределах.

Однако физически выделенные размеры появляются, когда мы подходим к масштабам, соответствующим толщине спирального рукава или газового диска галактик. Это размеры наибольших округлых, еще не растянутых дифференциальным вращением звездных комплексов, которые зависят от динамических и морфологических параметров галактик, содержащих комплексы. Диаметры комплексов возрастают с размерами содержащих их галактик. Газовые облака, размеры которых превышают толщину галактического диска, растягиваются дифференциальным вращением в короткие обрывки спирального рукава раньше,

чем большая часть вещества такого облака превратится в звезды. В этом смысле в иерархический ряд возрастающих по размеру областей звездообразования можно включить и такие короткие фрагменты рукавов. По своей природе флоккулянтная спиральная структура, которая определяется наличием множества коротких обрывков рукавов и встречается намного чаще, чем регулярная, тесно связана со звездными комплексами.

В заключение напомним, что описанная выше картина справедлива лишь для спонтанного, самопроизвольного звездообразования в галактиках, которое чаще всего и имеет место. Иерархиче-

ская структурированность областей звездообразования исчезает, когда на газ начинают действовать регулярные силы, как в спиральных волнах плотности (которые и создают великолепные симметричные спиральные рукава, хорошо знакомые по наиболее популярным фотографиям галактик) или при звездообразовании в расширяющихся газовых оболочках, возникших из газа, нагребенного и уплотненного под воздействием горячих звезд и Сверхновых в их центрах. Но проблемы спиральной структуры и стимулированного звездообразования – это уже другая история, хотя и не совсем другая...

## Информация

### **Самая далекая галактика**

Группа сотрудников Каптейновского астрономического института (Гронинген, Нидерланды), возглавляемая М. Франкс, проводила наблюдения скоплений галактик с помощью Космического телескопа им. Хаббла. На одном из снимков их внимание привлекла необычная дуга, выделяющаяся на

фоне скопления CL 1358 + 62. Такие дуги известны астрономам – они появляются при эффекте гравитационной линзы, когда сильное поле тяготения большой массы, в данном случае нашего скопления, искривляет путь луча света от расположенного позади объекта. Гравитационные линзы способны увеличивать и искажать изображения таких объектов. Внимание исследователей привлек необычный красный цвет дуги. Это могло быть указанием, что галактика, спрятанная за линзой, очень далека от нас.

Для проверки этого предположения голландские астрономы по-

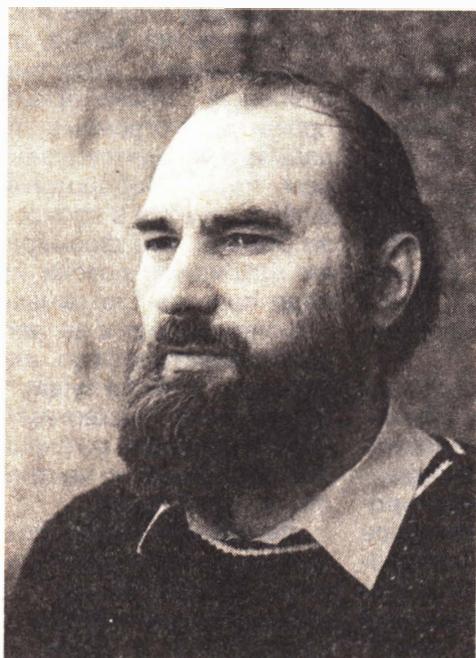
лучили спектр дуги на крупнейшем в мире 10-метровом телескопе им. Кека (Гавайи, США). Красное смещение оказалось равным 4,92. Это означает, что свет от данной галактики начал свое путешествие к нам, когда возраст Вселенной составлял лишь 7% от нынешнего, и она является чемпионом по удаленности среди всех наблюдаемых объектов Вселенной. Прежний рекордсмен – один из квазаров с  $z = 4,89$  уступил свое место галактике.

Science, 1996, 276, 5314, 907

## Дегазация Земли разрушает озоносферу

В.Л. СЫВОРОТКИН,  
кандидат геолого-минералогических наук  
Геологический факультет Московского  
государственного университета им. М.В. Ломоносова

---



В последнее время причины наблюдаемого уменьшения количества атмосферного озона объясняют накоплением в верхних слоях атмосферы соединений углеводородов с хлором и фтором (фреонов). Однако обнаруживается несомненная корреляция устойчивых минимумов концентрации озона в атмосфере с геологическими структурами, определяющими выброс глубинных газов Земли. Они способны разрушать озоновый слой.

### ДВА АСПЕКТА ОЗОНОВОЙ ПРОБЛЕМЫ

Разрушение озонового слоя (Земля и Вселенная, 1990, № 1) реально проявляется в двух процессах. Первый из них – наиболее

тревожный – **глобальная убыль стратосферного озона**. С конца 60-х гг. Земля потеряла от 3-4% до 12-14% озона, причем скорость этого процесса нарастает.

Другое явление – обра-

зование **“озоновых дыр”**, т.е. локальных (от десятков тысяч до сотен миллионов квадратных километров), кратковременных (несколько дней или недель) снижений на десятки процентов **общего**

**содержания озона (ОСО).** Этот процесс не вызывает сомнений, так как легко фиксируется непосредственными наблюдениями на наземных озонометрических станциях, а также со спутников.

Впервые разрушение озонового слоя было зафиксировано в 1985 г. английскими исследователями над Антарктидой. В августе-сентябре 1987 г. здесь же произошло резкое снижение содержания озона (до 100 е.Д., что составляет менее 30% от нормы). Исследователи из США назвали эту область атмосферы "озоновой дырой". С начала 90-х гг. процесс деструкции озоносферы наблюдали и в Северном полушарии. Зимой 1991-92 гг. заметное понижение общего содержания озона отмечалось над Северной Европой. В 1993 г. беспрецедентное снижение ОСО зарегистрировано сетью озонометрических станций США над всей территорией страны (в среднем 12,6%). Аналогичные данные были получены и в Канаде. В 1995 г. процесс разрушения озонового слоя резко усилился над территорией бывшего СССР. Кроме того, значительные по глубине и времени проявления отрицательные аномалии наблюдались в разные годы над озерами Байкал, Балхаш, Прикаспийской впадиной, Полярным Уралом, Памиром и плато Путорана.

#### ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОЗОНОСФЕРУ

Формирование озонового слоя – процесс многофакторный, это – сово-

купность воздействия солнечного излучения, динамических и химических процессов в атмосфере. Изменение любого параметра может оказывать влияние на общее содержание и локальные концентрации озона.

Влияние изменчивости солнечной активности на озоносферу противоречиво. Например, образование озона происходит при **фотолизе кислорода ультрафиолетом** (длина волны в диапазоне 160-210 нм). Если его поток увеличится более чем на 60% при усилении солнечной активности, то произойдет увеличение концентрации озона в стратосфере. Но по мнению лауреата Нобелевской премии по химии П. Крутцена и его коллег, увеличение потока солнечных космических лучей приводит к образованию в стратосфере окиси азота, которая, взаимодействуя с озоном, резко снижает его концентрацию.

Другой природный фактор, несомненно влияющий на общее содержание озона, – **атмосферные динамические процессы**. Озон в атмосфере распределен неравномерно по вертикали (более 90% его содержится в стратосфере, где максимум концентрации достигается на высотах 25-30 км) и по широте (в направлении от полюсов к экватору средние многолетние показатели поля ОСО закономерно убывают). Перемещения воздушных масс могут приводить к изменению концен-

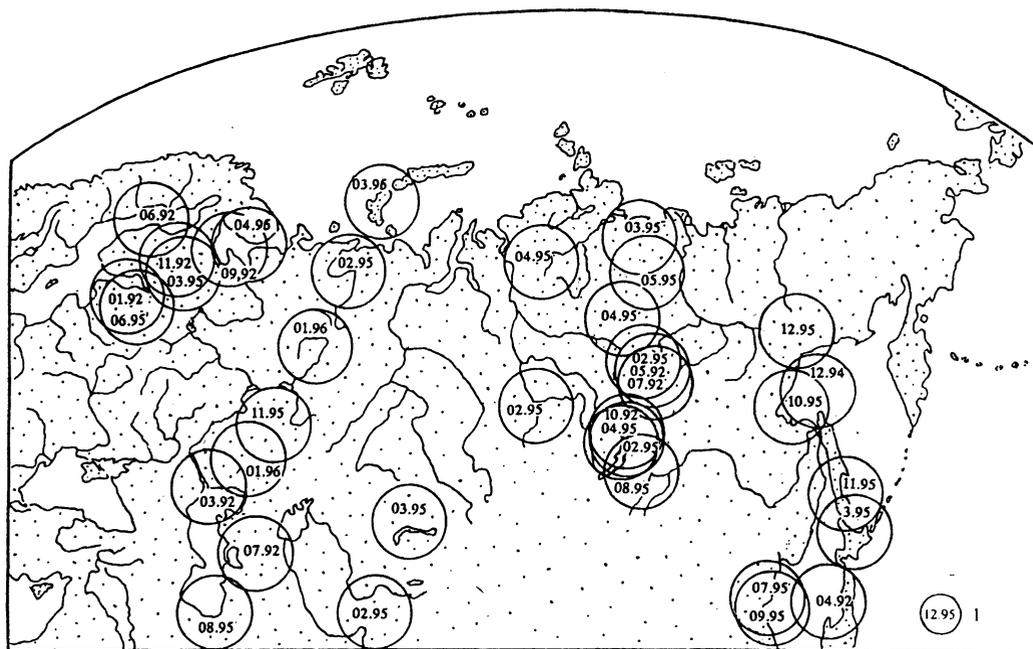
трации озона в пределах данного региона.

#### РОЛЬ ВОДОРОДА И МЕТАНА

Многие исследователи и ранее определяли водородный и азотный циклы как наиболее эффективные в процессе деструкции озоновых молекул. Автор данной статьи лишь привлекает внимание специалистов к "новым" источникам водорода, метана и азота, которые ранее не учитывались специалистами в области химии атмосферы. Однако они могут играть решающую роль в планетарном балансе озона.

**Водород** – очень распространен на Земле, он обеспечивает энергией основные планетарные процессы, а огромные запасы его находятся в земном ядре. Водородный шлейф тянется в космосе за Землей. Его формируют флюидные потоки из недр планеты, те самые, что определяют и ее тектоно-магматическую активность, а также существенно влияют на геохимические процессы во внешних оболочках, в частности, в озоносфере.

**Дегазация Земли** (выход на поверхность планеты растворенных во внешнем ядре газов) осуществляется в основном в рифтовых зонах – грандиозных расколах литосферы, сливающихся в единую мировую систему. В них потоки флюидов из ядра на два порядка превосходят потоки из других геоструктурных зон. Причем, в строении теплового поля Земли на-



блюдается полярная асимметрия. Мантия Южного полушария по всей глубине отличается от мантии Северного полушария более значительным потоком тепла. Максимумы его приходятся на осевые части рифтовых структур. Сами же рифты (срединно-океанские хребты) сливаются в южной полярной области в единый **циркумантарктический рифт**, окружающий полюс своими южными, т.е. более активными, более разогретыми сегментами. Таким образом, в Антарктиде суммируются самые обильные потоки восстановленных флюидов. Другими словами, атмосфера над Антарктидой подвержена наибольшей в земных условиях продувке восстановленными озоноразрушающими газами, поэтому здесь особенно значителен эффект разрушения озонового слоя.

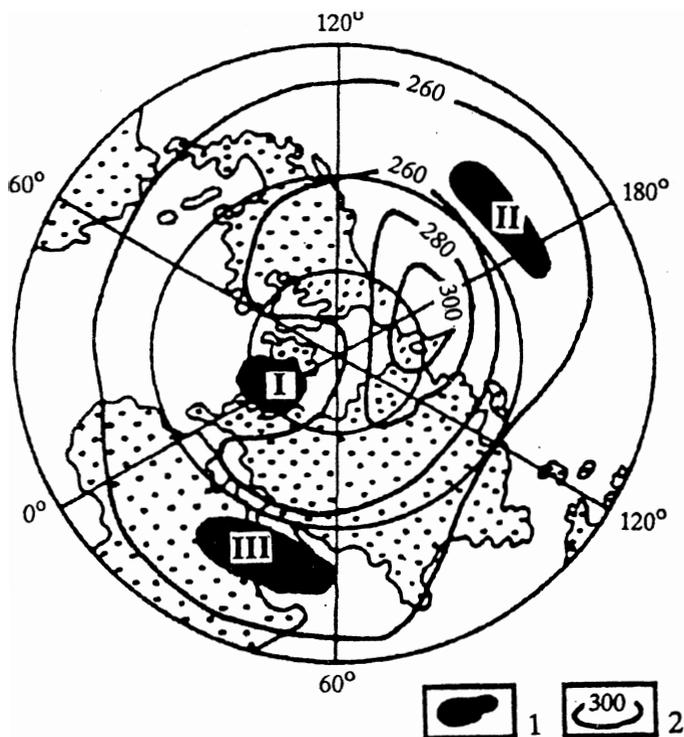
Эндогенная активность самой Антарктиды реально проявляется в интенсивно действующих вулканах, которых немало на окраинах материка и на вулканических островах возле побережья. Здесь обнаружены признаки **подледной вулканической деятельности** (вулканы Берлин и Хэптон). Чрезвычайной активностью отличается базальтовый щитовой вулкан Эребус. В его кальдере – крупнейший в мире гейзер Маут-Бэрд, а в кратере – лавовое озеро. В ряд действующих вулканов входят горы Террор, Терра-Нова и Бэрд, образующие одну группу с Эребусом.

В зимнее время в атмосфере Антарктиды господствует устойчивый **антициклонический вихрь**. Тогда обмен с воздушными массами средних широт прерывается. Все это повышает концентрацию в страто-

*Центры озоновых аномалий России и сопредельных территорий (по данным Центральной аэрологической обсерватории Росгидромета). 1 – место и время (месяц, год) появления аномалий. Они всегда располагаются прямо над районами водородно-метановой дегазации*

сфере вулканических газов, разрушающих озоновый слой. Поскольку большая часть разрушающих озон реакций – фотохимические, то пик процесса приходится на весенние месяцы (появление солнечного света).

Реальность процессов взаимодействия восстановленных вулканических флюидов и озона в стратосфере Антарктиды подтверждает обнаружение под озоновыми дырами специфических облаков, состоящих из кристалли-



Карта изменений концентрации озона в Северном полушарии (составлена по данным мировой сети озонометрических станций в ЦАО В.И. Бекорюковым). Наиболее часто снижение концентрации озона отмечалось над Исландией (I), Гавайскими островами (II) и Красным морем (III), там наблюдается современный активный вулканизм и выделяются большие количества восстановленных газов. 1 – озоновые минимумы, 2 – концентрация озона в единицах Добсона

ков льда с вмороженными каплями азотных соединений. По нашему мнению, эти облака – продукты водородного и азотного циклов разложения озона, а вернее – реакций, прерывающих эти циклы.

#### ОЗОНОВЫЕ МИНИМУМЫ НАД РИФОВЫМИ СИСТЕМАМИ

В Центральной аэрологической обсерватории (ЦАО) России выявлены три наиболее **устойчивых озоновых минимума** Северного полушария – над Исландией, Красным морем и Гавайскими островами. Эти районы, максимально удаленные от очагов производства, – наиболее активные участки рифтовых систем. Их важная особенность – чрезвычайно высокое отношение (поряд-

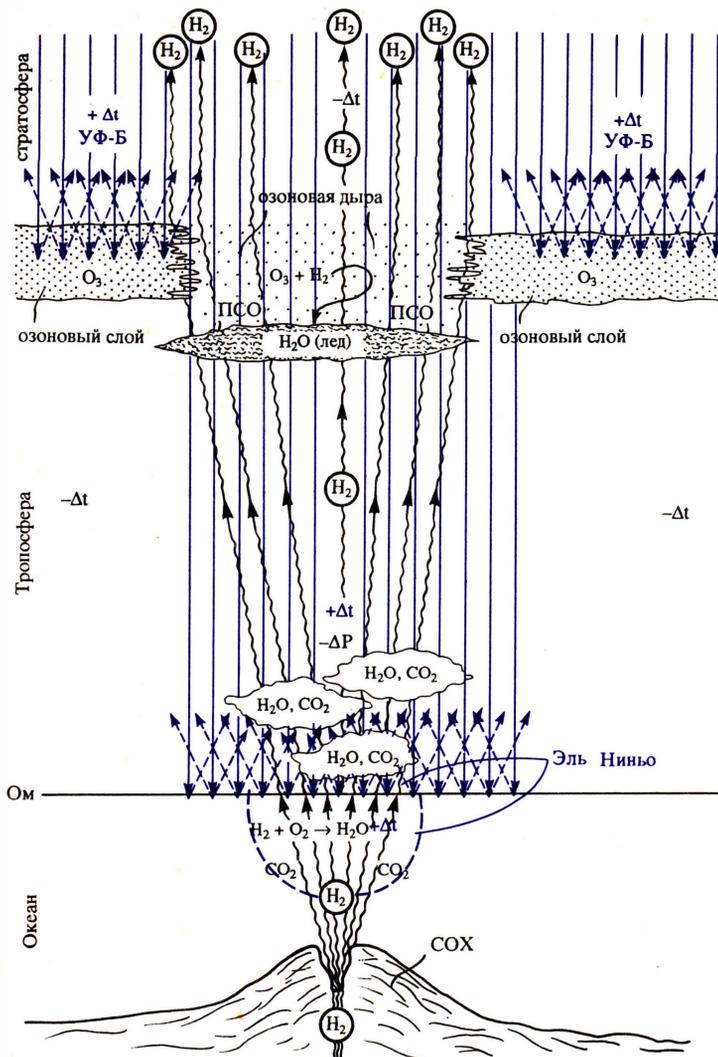
ка  $10^{-5}$ ) изотопов гелия  $^3\text{He}$  и  $^4\text{He}$ . Это на три порядка выше обычных значений и, возможно, указывает на глубинную природу газовых потоков и(или) молодость дегазирующей системы.

Следует обратить внимание еще на одну особенность вулканов, порождающих озоновые дыры, – **лавовые озера**. Такой чрезвычайно редкий природный феномен обнаружен на Гавайях (вулкан Килауэа), в Антарктиде (Эребус) в Восточной Африке (Ньярагонго), возле Красного моря (Эрта-Але), на Азорских островах (вулкан Капельниш). Лавовые озера (особенно в Антарктиде, при очень низких температурах) – **признак интенсивной водородной продувки** магматических каналов. В результате реакций окисления водорода там выде-

ляется огромное количество энергии, не дающей магме застыть в жерле вулкана.

Стоит отметить, что время проявления наиболее глубоких аномалий в поле ОСО в Северном полушарии (октябрь-декабрь) примерно то же, что и в Антарктиде, где пик озоноразрушающих процессов приходится также на календарную осень. Вырисовывается глобальная временная закономерность понижения общего содержания озона, которую уже сложно объяснить “весенним” поступлением света и вспышкой фотохимических реакций. Возможно, мы имеем дело с **ритмом газового дыхания Земли**.

В центрах Северного полушария, расположенных в умеренных и низких широтах, отсутствуют специфические условия антарктической атмосферы. Здесь резко возрастает мощность тропосферы, более интенсивны воздушные течения, усиливающие обмен воздушных масс, и поэтому реально возникает проблема транспорта газов-разруши-



Модель воздействия глубинных потоков водорода на океан и атмосферу. Потoki водорода (волнистые линии) вырываются из рифта на своде срединно-океанского хребта (СОХ) и, достигая поверхностных, обогащенных кислородом вод, окисляются. Выделяется энергия, нагревающая (+ Δt) воду.

В стратосфере водород взаимодействует с озоном, формируются полярные стратосферные облака (ПСО). Биологически активный ультрафиолет (УФ-Б) через озоновую дыру достигает (стрелки цветом) поверхности земли (океана) и переизлучается в тепловом диапазоне (пунктирные стрелки). Тепловое излучение поглощается ранее выделившимися парниковыми газами (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>) и тропосфера разогревается (+ Δt). Давление теплого воздуха снижается (-ΔP), что приводит к зарождению циклонов над зонами дегазации. Стратосфера же над озоновой дырой из-за "провала" ультрафиолета выхолаживается (-Δt)

последние годы эти облака были зафиксированы вместе с озоновыми аномалиями в Швеции, Сибири и над Гавайскими островами.

Для концепции водородно-метановой продувки озонового слоя такое развитие событий логично: разрушение озонового слоя приводит к формированию химических облаков как продукта озоноразрушающих реакций и к охлаждению стратосферы из-за убыли озона, который ранее аккумулировал ультрафиолет, разогревая стратосферу. Ультрафиолетовое излучение в отсутствие озонового экрана достигает поверхности Земли и частично возвращается в атмосферу в длинноволновом (тепловом) диапазоне. Ко-

телей озона на стратосферные высоты. В этой связи мы обращаем внимание на два фактора, благодаря которым предлагаемый нами механизм выглядит более значимым, чем техногенно-фреоновый. Во-первых, водород в 14 раз, а метан в 1,8 раза легче воздуха, в то время как все фреоны значительно тяжелее. Во-вторых, вулканическое извержение способно выбрасывать свои продукты, в том числе и газы, на многокилометровые высоты.

#### ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ЭНДОГЕННЫХ ГАЗОВ

Прохождение флюидных струй через стратосферу вызывает разрушение озонового экрана и образование специфических **стратосферных облаков**, состоящих из кристалликов льда с вмороженными каплями кислот. Высокая отражательная способность (альбедо) облаков заметно охлаждает данную область стратосферы. Наблюдавшиеся ранее только в Антарктиде, в

личество парниковых газов в тропосфере в этот период должно значительно увеличиваться. Феномен Эль-Ниньо (Земля и Вселенная, 1996, № 4) связан с разогревом океанских вод. Известно, что растворимость углекислого газа в морской воде в сильной мере зависит от температуры, и с ее повышением падает, способствуя выбросу  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Так, после Эль-Ниньо 1982-83 гг. в воздух попало 6000 млн т  $\text{CO}_2$ . В результате всех вышеописанных процессов должна произойти температурная "переплюсовка" атмосферы с образованием **аномально-го температурного диполя**, т.е. разогрев тропосферы и выхолаживание стратосферы.

Изменение температурных параметров атмосферы в результате прохождения водородной струи неизбежно изменяет барическую ситуацию, что, в свою очередь, воздействует на динамику атмосферы. Поскольку тропосфера под озоновой аномалией разогревается, мы вправе ожидать в этом месте резкого снижения давления, т.е. зарождения циклонов. При этом закономерно в область низкого давления будут смещаться воздушные массы с повышенным давлением – антициклоны. Недавно сотрудниками ЦАО выявлена синхронность разрушения озоносферы в Северном полушарии и продвижения тропических антициклонов. Особенно отчетливо это проявляется в поведении Азорского антициклона, который смещается в Северную Атлантику синхронно с воз-

никновением озоновых аномалий (именно здесь расположен мощнейший Исландский центр дегазации).

Важная особенность предложенной модели – синергетичность описанных в ней процессов, т.е. их взаимосоусиление. Так, снижение давления из-за разогрева воздуха над центром дегазации увеличит вертикальный поток газов. Инверсия температурного градиента в атмосфере (разогрев тропосферы и охлаждение стратосферы) ускорит доставку глубинных газов в стратосферу, а меридиональный подток тропического, изначально обедненного озоном воздуха, усилит эффект снижения концентрации озона, вызванный глубинной дегазацией.

#### ЦЕНТРЫ ВОДОРОДНО-МЕТАНОВОЙ ДЕГАЗАЦИИ

Согласно Г.И. Войтову, три четверти количества водорода выделяется в срединно-океанских хребтах. Девять водородных струй обнаружены на Восточно-Тихоокеанском поднятии между  $20^\circ$  и  $35^\circ$  с.ш., а также в Калифорнийском заливе. Центры дегазации с огромным дебитом восстановленных газов выявлены в последние годы во время экспедиций в Карибском море, южной части Тихого океана, Аравийском море. Гидротермы с газами преимущественно водородного состава открыты в Центральном грабене Исландии, известны они на дне Красного моря, а также в желобе Тонга и впадине Лау (Западно-Тихоокеанский рифтовый пояс).

В России водородные аномалии приурочены к линейным впадинам, рассекающим фундамент Русской платформы, к разломам северо-западного борта Прикаспийской синеклизы, а также к зонам Приуральских и Приволжских разломов. На Сибирской платформе особый интерес вызывают данные о больших концентрациях водорода в кимберлитовых алмазонасных трубках Якутии. Наиболее интенсивное выделение водорода – в трубке Удачная (до  $10^5$  м<sup>3</sup>/сут), причем в составе струи на долю водорода приходилось до 56%, а остальное – на метан, так что совокупный дебит озоноразрушающих газов был еще более велик. Водородно-метановая дегазация кимберлитовых трубок объясняет процессы интенсивного разрушения озонового слоя над данной территорией в 1995 г.

Интенсивно выделяется водород в районе озера Байкал. Так, в Тункинской котловине и на Селенге на его долю в составе газовых струй приходится до 70-95% (по объему). Это объясняет феномен обширнейшей озоновой аномалии, которая была зарегистрирована над Россией в феврале 1995 г. с эпицентром над Байкалом.

В соответствии с современными метеорологическими моделями массообмен между тропосферой и стратосферой происходит только в экваториальных широтах, где мощные восходящие течения способны преодолеть тропопаузу. Однако выбросы вулканических эманаций на боль-

шие высоты возможны в **любых широтах**. Для случая же холодной дегазации (разломные зоны, кимберлитовые трубки) наземный точечный источник водорода может дать ощутимый след концентрации за пределами тропопаузы. Благодаря своей уникальной легкости водород может достичь стратосферы над

местом выхода из глубин Земли.

Таким образом, **озоновый слой наиболее интенсивно разрушается над центрами эндогенной дегазации**. Пространственное положение их известно или может быть определено, поэтому принципиально возможен территориальный прогноз появления озоновых аномалий и, соот-

ветственно, усиленных потоков ультрафиолетовой радиации.

Статья написана по результатам исследования, выполненного в рамках Федеральной Программы глобального изменения природной среды и климата и при финансовой поддержке Министерства природных ресурсов РФ.

## Информация

### **Землетрясения сдвигают Северный полюс**

При сильных подземных толчках большие участки земной коры смещаются, и происходит перераспределение массы горных пород. Это, возможно, сказывается на наклоне оси вращения нашей планеты и скорости ее вращения. В 1996 г. научный сотрудник Центра космических полетов им. Годдарда NASA в Гринбелте (США) Бенджамин Чао с коллегами пришли к выводу, что землетрясения, произошедшие после 1977 г., привели

к "дрейфу" Северного географического полюса в сторону Японии со скоростью примерно 6 см в столетие. Следовательно, между вращением Земли и землетрясениями в ее недрах существует определенная связь. Этот вывод подтвердила группа итальянских ученых из Университета г. Болоньи, которая провела в 1997 г. сопоставление величины изменений в наклоне земной оси с магнитудой наиболее мощных подземных толчков. Перераспределение масс в недрах Земли зависит от ряда факторов, в том числе и от того, под каким углом к поверхности погружается плита земной коры. Наиболее вероятен сдвиг, при котором Северный полюс перемещается вдоль меридиана, проходящего через эпицентр соответствующего землетрясения. Движение полюса

происходит и в результате процесса таяния ледников, что выявляют астрономические измерения. Направление этого движения противоположно тому, что вызывается сейсмикой, а скорость его достигает 10 см/год. Однако, в масштабах времени от 10 до 100 млн лет сейсмологическое смещение полюса может оказаться более существенным. Современные астрономические приборы уже в состоянии зафиксировать сдвиг полюса после одного подземного толчка магнитудой 8,5 по шкале Рихтера – на несколько миллиметров.

Geophysical Research Letters,  
1997, 24, 539  
New Scientist, 1997, 153, 20

## От космического снимка к экологической карте

В.В. СВЕШНИКОВ,  
кандидат географических наук  
В.В. КОЗЛОВ,  
доктор геолого-минералогических наук  
В.И. СОМОВА,  
кандидат географических наук  
Госцентр "Природа"

---

Обширность нашей страны требует использования методов, позволяющих постоянно получать сведения об экологической обстановке одновременно на значительных территориях. Дистанционное зондирование Земли из космоса – один из наиболее оперативных и объективных методов сбора данных о природной среде. Пожалуй, ни один другой метод не может дать детальной пространственной информации об экологическом состоянии значительных территорий. Большую роль космическая информация играет при составлении экологических карт, выявлении типов экологических ситуаций, постановке и проведении экологической экспертизы, обосновании моделей экологического прогноза и оценке экологического риска при выполне-

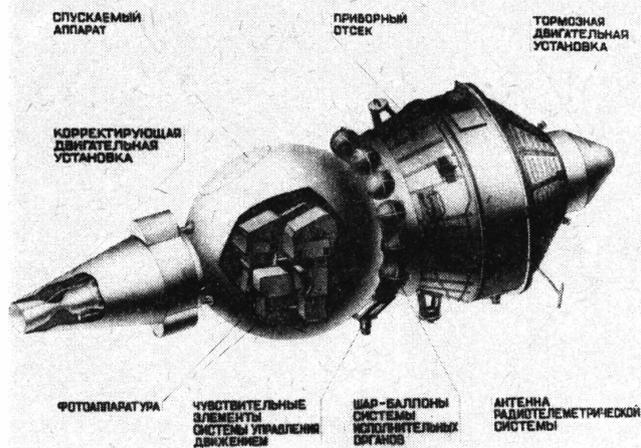
нии разнообразных хозяйственных мероприятий.

В России создана и успешно эксплуатируется с 1981 г. ресурсная спутниковая система. В нее входят автоматические аппараты для фотосъемки земной поверхности "Ресурс-Ф" (с комплексом фотоаппаратуры), спутники оперативного зондирования суши и океана "Ресурс-О" и "Океан-О".

Спутники серии "Ресурс-Ф1" (масса 6100 кг) предназначены для выполнения разномасштабной многозональной и спектральной съемки. На их борту установлены системы фотографирования больших территорий, включающие трехкамерный многозональный комплекс КФА-200 с форматом кадра  $18 \times 18$  см и две длиннофокусные широкоформатные фотокамеры КФА-

1000 с форматом кадра  $30 \times 30$  см. Комплекс КФА-200 обеспечивает получение (с орбиты высотой 240 км) космических спектральных снимков с пространственным разрешением 25-30 м при ширине полосы захвата 215 км, а также большого разрешения – 6-8 м (ширина полосы захвата 140 км). Фотокамеры КФА-1000 созданы для решения природоведческих и картографических задач. Масштаб получаемых изображений – около 1 : 270 000. Площадь, отображаемая на одном кадре, – около 6500 км<sup>2</sup>. Космические фотоснимки, полученные этой камерой, обеспечивают разрешающую способность на местности порядка 5 м. Высокая разрешающая способность этой космической информации дает возможность

## КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «РЕСУРС-Ф1М»



большого увеличения, при этом качество снимков существенно не снижается.

Аппараты «Ресурс-Ф2» (масса 6300 кг, 10-й спутник серии запущен в сентябре 1995 г.) оснащены отечественной четырехканальной фотокамерой МК-4, позволяющей выполнять синхронно многозональную и цветную спектрально-анализирующую съемку поверхности Земли с высокими геометрическими и фотометрическими характеристиками. Формат кадра – 18 × 18 см. Космический аппарат «Ресурс-Ф2» может многократно изменять высоту рабочей орбиты, выполняя разномасштабную съемку с различной разрешающей способностью. Масштаб получаемых изображений колеблется от 1 : 550 000 до 1 : 1500 000 в полосе съемки от 120 до 270 км. При масштабе съемки около 1 : 800 000 разрешение на местности составляет 5-

10 м.

По параметру разрешения на местности аппарата, установленная на КА «Ресурс-Ф», превосходит оперативные средства получения космической информации, применяемые на ИСЗ «Landsat» (США) и «Spot» (Франция).

Регулярно проводившаяся до 1993 г. фото-съемка с космических аппаратов «Ресурс-Ф1» и «Ресурс-Ф2» эффективно использовалась в интересах обеспечения экологической безопасности страны. Однако из-за финансовых трудностей за три года запущен лишь один космический аппарат «Ресурс-Ф2». Это ведет к недостатку объективной информации об экологическом состоянии окружающей среды.

Для обнаружения и прослеживания динамики стихийных бедствий, опасных природных процессов и явлений, приводящих к возникновению чрезвычайных ситуаций

Космический аппарат «Ресурс-Ф1М» для проведения многозональной съемки территории. Фото Я.П. Масленникова

экологического характера, используется информация с российских оперативных космических систем, находящихся в эксплуатации гидрометслужбы. Оперативные космические системы состоят из космических аппаратов (КА) гидрометеорологического назначения – низкоорбитального «Метеор-3» и геостационарного «Электро», природноресурсного – «Ресурс-О1», океанографического – «Океан-О1». Комплекс научной аппаратуры на КА «Метеор-3» позволяет оперативно на регулярной основе получать два раза в сутки изображения облачности и подстилающей поверхности в видимом и инфракрасном диапазоне.

Перечисленным целям отвечает также информация, полученная с орбитальной станции «Мир» (модуль «Природа»), однако ее космические трассы охватывают только самые южные районы России.

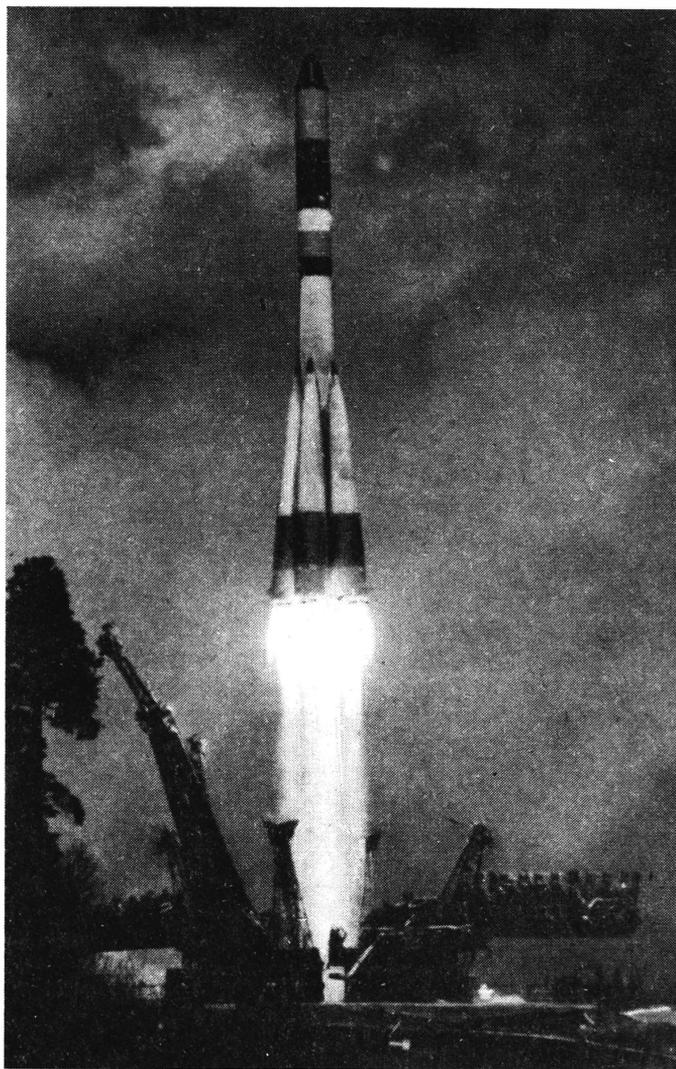
В Госцентре «Природа» накоплен большой фонд космических фотоснимков прошлых лет (более двух миллионов фотоизображений), позволивший отработать методику использования космической фотоинформации для экологических целей, изучить динамику экологического состояния местности, использо-

Старт ракеты-носителя "Молния-М" с космическим аппаратом "Ресурс-Ф2". Космодром Плесецк. Фото Я.П. Масленникова

вать космическую информацию при составлении прогнозов и экологических карт.

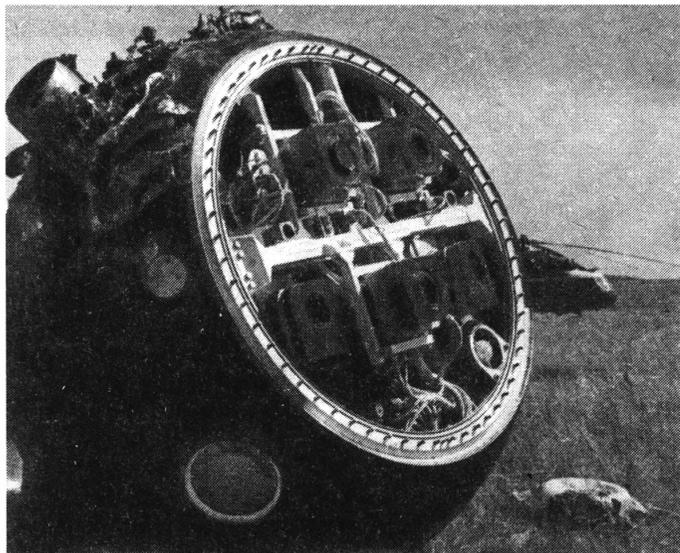
Космические снимки сами по себе без использования данных наземной сети наблюдений не могут дать полной информации о загрязнениях и нарушениях окружающей среды. Достичь достоверности комплексных экологических карт можно только при условии совмещения материалов, полученных с орбиты и наземными средствами наблюдения. Использование космической информации в целях экологического картографирования, в первую очередь, должно быть направлено на выявление экологически значимых факторов природной среды, антропогенных нарушений и загрязнений природной среды и их источников, последствий экологических нарушений. Собранные материалы служат исходными данными определения экологического состояния природной среды – интегрального показателя нарушений и загрязнений природы, оказывающих неблагоприятное влияние на жизнедеятельность человека, животных и растений. Обработанная информация используется в разработке экологических карт.

Более 20 лет прово-



дятся работы в области комплексного изучения и картографирования природных ресурсов и экологических условий на основе материалов космической съемки. В качестве основных источников составления экологических карт используются космические фотоснимки разных видов и масштабов с дополнительным привлечением других картографических произведений. Созданные в результате этих работ кар-

ты применяются в решении перспективных природно-ресурсных и экологических проблем. Картографический материал необходим для подготовки и принятия обоснованных решений территориального планирования, проектирования, управления и прогноза развития территорий. Такие серии карт созданы на территории Калмыкии, Тверской области, Ставропольского края, Северного Прибайкалья, а также



Спускаемый аппарат "Ресурс-Ф1" после приземления. В гермоотсеке установлен комплект фотоаппаратуры. Фото Я.П. Масленикова

Таджикистана, Узбекистана, Монголии и других стран и регионов. Работы по комплексному изучению и картографированию природных ресурсов и экологических условий продолжают. Создаются серии карт на территории ряда субъектов Российской Федерации. Собранные материалы послужили основой для разработки ряда методических рекомендаций, описывающих процессы создания экологических карт.

При дешифрировании космических снимков с использованием топографических и различных тематических карт можно создавать электронные (или цифровые) карты экологической направленности. На географическую основу наносятся тематические слои, характеризующие современное состояние природной среды. Обработка включает сканирование карты-оригинала, векторизацию в соответствии с те-

матическими слоями и условными знаками, трансформацию файлов в единую систему координат, редактирование файлов (по цветам и типам линий). Заказчик может самостоятельно дополнять полученную базу данных, вводить новую графическую информацию, получать красочные копии тематических карт на бумаге.

Опыт использования космических фотоснимков в решении экологических проблем отражен в подготовленных в Госцентре "Природа" методических альбомах. В альбоме "Экологические проблемы мелиорации" показаны возможности использования фотографий из космоса для выявления негативных последствий орошения и осушения, проектирования противозерозионных мероприятий. Мелиорация земель, интенсивно проводившаяся в нашей стране в 60-80-е гг. наряду с по-

ложительными принесла множество нежелательных последствий. Осушение привело к уничтожению местообитаний многих видов животных и растений, дефляции (развеванию) слабых почв, развитию эрозии. При осушении оказалось много подтопленных и засоленных земель, обширные территории стали опустыниваться. Космические снимки позволяют оценить современное состояние осушенных и орошаемых земель, определить виды и площади земель, нарушенных в процессе не до конца продуманной мелиорации (подтопленных, засоленных, опустыненных и пр.). При анализе космических снимков и составленных на их основе карт можно дать прогноз развития почвенных процессов при определенных типах ведения хозяйства, в том числе и в случае проведения мелиоративных мероприятий. Эти материалы могут непосредственно использоваться в кадастровых работах для оценки качества и стоимости земель.

В альбоме "Космические методы экологической экспертизы" показано, каким образом космические снимки могут быть использованы для оценки воздействия на окружающую природную среду де-



5.3.2. Спектральный КЭ. Масштаб съемки 1:100 000. Увеличенная печать 1,4

тельности различных предприятий. Рассматривается экологическое влияние обрабатывающей промышленности, гидротехнического строительства, сельского хозяйства, орошения, разработки полезных ископаемых, геологоразведочных работ. В современных условиях, когда проведение комплексных экспертиз различными методами чрезвычайно дорого, использование космической фотоинформации в этих целях оказывается достаточно выгодным.

Альбом "Опасные природные и антропогенные процессы" раскрывает возможности применения спутниковых фотоснимков при выявлении участ-

ков с существующей или потенциальной экологической угрозой. В нем показано, как по космическим снимкам выявляются активные разломы, следы прошлых землетрясений, активные вулканы, зоны карста, участки оползней и обвалов, развития снежных лавин и селей, пульсирующие ледники, территории, охваченные наводнениями и паводками, засолением, мерзлотными и ветровыми процессами. Полученные сведения позволяют оценить ущерб, нанесенный этими процессами, выработать рекомендации проведения и инвестирования защитных мероприятий. Среди антропогенных воздействий рассматриваются процессы, обусловленные

*Фотоснимок из космоса Самотлорского месторождения в районе Среднего Приобья*

промышленным и гражданским строительством, гидротехническими и мелиоративными сооружениями, строительством и эксплуатацией горных предприятий, ведением сельского хозяйства.

Экологические исследования, сопровождавшиеся составлением экологических карт на основе материалов космических съемок, проводились в районах нефтегазодобычи Западной Сибири, Восточно-Уральского радиоактивного следа, районах добычи медно-никелевых руд и угля в

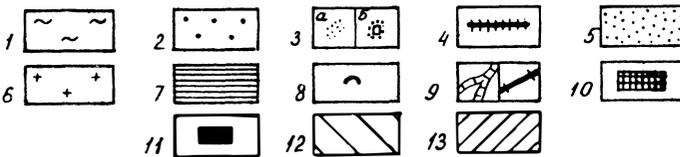
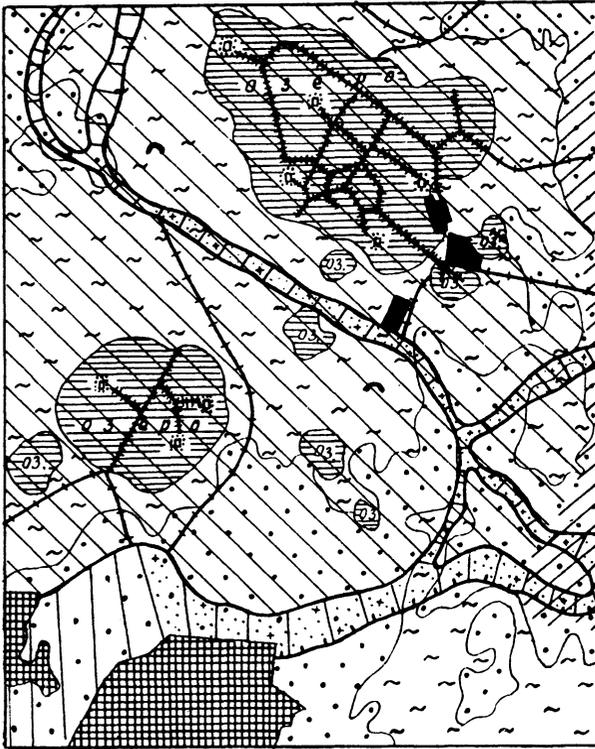


Схема дешифрирования экологического состояния природной среды района Среднего Приобья (масштаб 1 : 200 000)

Условные обозначения:

Среднетаежные ландшафты: 1 – низменные аллювиальные (пойменные) равнины с множеством озер и лесов, 2 – возвышенные равнины водораздельных пространств; Антропогенные нарушения и загрязнения природной среды: а) нарушения геологической среды и рельефа: 3 (а, б) – крупные насыпные основания, 4 – дамбы и эстакады; б) нарушения и загрязнения почв, грунтов, поверхностных вод: 5 – участки интенсивного загрязнения среды продуктами нефтедобычи, 6 – участки интенсивного загрязнения тяжелыми металлами вдоль основных транспортных магистралей, 7 – озера с загрязнением воды и илов продуктами нефтедобычи; в) территории, экологически неблагоприятные по природным процессам и явлениям: 8 – участки распространения мерзлотных бугров; г) – источники нарушений и загрязнений природной среды: 9 – транспортные: а) основные коридоры коммуникаций, б) отдельные коммуникации вне коридоров, 10 – населенные пункты, 11 – промышленные; Экологическое состояние ландшафтов: 12 – напряженное, 13 – критическое

Красноярском крае, зонах опустынивания Калмыкии и др. В начале 90-х гг. исследования в районах базирования советских войск в странах Восточной Европы сняли некоторые спорные вопросы, связанные с воздействием военной деятельности на природную среду.

Север Западной Сибири в настоящее время подвергается мощному техногенному прессу – тайга, тундра, болота и многолетняя мерзлота не могут выдержать таких больших нагрузок. В ре-

зультате значительные площади оказались нарушенными и загрязненными: вырублены леса, переформирован рельеф, нефтепродуктами и буровыми растворами загрязнены почвы, озера, реки, нарушен тепловой режим многолетней мерзлоты, изменены экологические условия жизни животных. Во многих местах нанесен ущерб традиционному хозяйству северных народов: охоте, рыболовству, оленеводству. Например, один из снимков показывает Самотлорское месторождение, где добыва-

лась нефть из скважин, расположенных в акваториях озер Самотлор, Белое и на их берегах. Хорошо видны дамбы с проходящими по ним дорогами и другими коммуникациями и объектами инфраструктуры. По результатам дешифрирования спутниковой фотографии составлена экологическая карта территории Самотлорского месторождения. На ней показаны основные природные комплексы, объекты нефтепромысла и его обустройства, дана оценка степени антропогенной нару-

шенности. Космический фотоснимок и экологическая карта позволяют дать рекомендации по рационализации природопользования и снижению ущерба от деятельности по добыче нефти.

Восточно-Уральский радиоактивный след образовался в результате аварии на комбинате "Маяк" в 1957 г. и распространился на территории Челябинской, Свердловской и Тюменской областей. Но и помимо загрязнения в результате аварии, на первоначальном этапе деятельности этого предприятия возникла полоса с опасной радиоактивностью за счет спуска загрязненных вод в реку Течу. Радиоактивное загрязнение непосредственно на снимках из космоса не видно. Однако тематическое дешифрирование фотографий с учетом использования данных наземных наблюдений позволило сделать прогноз и составить карту территориального распространения радионуклидов.

В Республике Калмыкия интенсивный выпас овец, распашка слабо закрепленных песчаных почв, водная мелиорация земель привели к расширению зоны, лишенной растительности, наступлению песков на освоенные человеком участки, вторичному засолению почвы и в итоге к опустыниванию значительной территории. К тому же восточная часть

Калмыкии затоплена на большой площади в результате подъема уровня Каспийского моря. В критическом положении оказались окрестности города Лагань, где приходится сооружать защитные валы, водопропускные сооружения и другие объекты. Калмыкия была одним из первых регионов страны, где интенсивно велись работы по использованию космической информации для решения природноресурсных и экологических проблем. По результатам дешифрирования космических фотоснимков была составлена и издана серия карт в масштабах 1 : 1 000 000 и 1 : 500 000. В их числе карты перспектив нефтегазоносности, почвенная, растительности, использования земель и ландшафтная.

Одна из важных задач в области экологического картографирования – создание и регулярное обновление карт. Особое внимание должно быть уделено материалам дистанционного зондирования Земли из космоса и их применимости в экологическом картографировании. Поскольку именно космическая информация – независимый объективный источник, позволяющий проследить распространение загрязнений и нарушений природной среды на отдельных территориях, в сочетании с наземными наблюдениями дает пространственную и объективную кар-

тину экологического состояния территорий. Вместе с тем, преимущества космической съемки в значительной степени сдерживаются в последнее время нерегулярностью запуска космических аппаратов дистанционного зондирования Земли.

В начале октября 1997 г. в Правительстве Российской Федерации обсуждалась проблема функционирования системы навигационных спутников "Глонасс", позволяющих определять положение любого объекта на поверхности Земли с высокой точностью. Отмечалось, что без серьезной поддержки эта космическая система, создание которой явилось большим достижением отечественной техники, может утратить ведущее значение в мире.

Аналогичная кризисная ситуация сложилась и в области природоресурсных спутников, играющих большую роль при функционировании единой системы экологического мониторинга, в решении многих задач изучения природных ресурсов и окружающей среды. Без надежной государственной поддержки эта система утратит свою роль и уступит большую часть отечественного рынка космической информации динамично развивающимся зарубежным системам.

## Фридрих Артурович Цандер

(к 110-летию со дня рождения)

А.Ф. ЦАНДЕР,  
кандидат физико-математических наук

---

### ЗАРОЖДЕНИЕ МЕЧТЫ

Один из пионеров космонавтики Фридрих Артурович Цандер родился 23 августа 1887 г. в семье доктора медицины в г. Риге (Латвия, в то время Лифляндская губерния России). О впечатлениях детства он ярко поведал в автобиографии, написанной в 1927 г., и в предисловии к книге “Полеты на другие планеты и на Луну”. Там описывается как у Фридриха, очень впечатлительного мальчика, зарождалась мечта о межпланетных полетах под влиянием окружавшей его обстановки, прежде всего – рассказов отца о звездах, Луне, планетах. Уже в детстве, еще до выхода в свет работ К.Э. Циолковского, Фридрих решил посвятить жизнь ее исполнению. Сначала была детская романтичность, горячее желание увидеть новые формы жизни на других планетах. Потом, со временем, она превратилась в мечту о связях с высококоразвитыми внеземными цивилизациями на благо человечества, что нашло отражение в одном из вариантов статьи “Перелеты на другие планеты”. В 1908 г., будучи студентом Рижского Политехнического Института (РПИ), Фридрих приобрел астрономическую трубу, а позже – книгу астронома П. Ловелла “Марс и жизнь на нем” в русском переводе (1912 г.). Стал мечтать о полетах человека на Марс, что-

бы человечество могло узнать, действительно ли там существует высоко-развитая цивилизация, а в случае ее обнаружения решать проблему связи с ней. Полученные с помощью “Викингов” фотографии марсианских пирамид и даже скульптуры человеческого лица показывают, что мечты Фридриха были небеспочвенными...

Первая исследовательская работа Цандера относится к 1908–12 гг. – “Мировые (эфирные) корабли, которые обеспечат сообщение между звездами. Движение в мировом пространстве”. Текст ее написан на немецком языке, в основном – в виде стенограмм, впоследствии расшифрованных Ю.В. Клычниковым. Интересно, что в этой работе Цандер пришел к выводу о необходимости по мере полета отбрасывать или сжигать части космического ракетного аппарата.

Рижский период жизни Цандера завершился в 1914 г., когда разразилась война и он эвакуировался в Москву.

### АППАРАТЫ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ

В статье Цандера “Перелеты на другие планеты”, опубликованной в 1924 г. в журнале “Техника и жизнь” (№ 13), имеются интересные предложения по конструкции пилотируемого ракет-



тами. Здесь прежде всего следует отметить математические исследования подъема ракетного аэроплана с Земли и планирующего спуска на нее.

Большое внимание уделял Цандер также и исследованиям, относящимся к своеобразному сердцу МК – жидкостному ракетному двигателю (ЖРД): рассматривал состояние газов, прохождение тепла через стенки, трение раскаленных газов о них и т.д.

Заметную часть своих расчетов, связанных с МК, ученый впервые обнародовал в докладе, прочитанном 20 января 1924 г. в Московском обществе любителей астрономии (МОЛА). Это можно видеть из сохранившихся материалов по нему, опубликованных посмертно в сборнике «Ф.А. Цандер. Из научного наследия». В дальнейшем состоялись и другие выступления Цандера, в которых он затрагивал вопрос о своих предложениях по МК и соответствующих расчетах, иллюстрируя их диапозитивами – стеклянными пластинками со схемами, рисунками и т.д. Позже Цандер поместил часть своих исследований по ЖРД и динамике полета крылатого космического аппарата в книгу «Проблема полета при помощи реактивных аппаратов» (1932 г.). В более полном и развитом виде они представлены в посмертных изданиях. Одними из первых были опубликованы две работы под общим названием «Тепловой расчет жидкостного ракетного двигателя» (журнал «Ракетная техника», 1936–37 гг.).

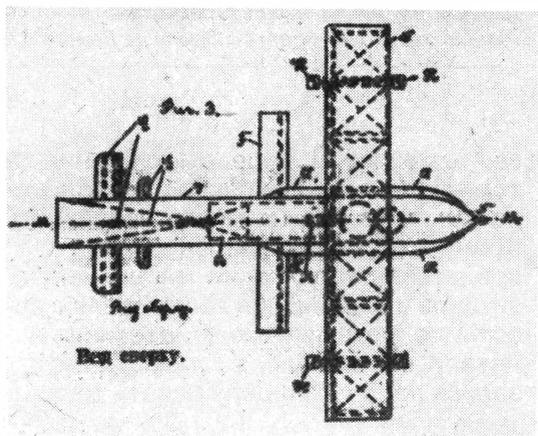
Предвидя, что космическим экспедициям будут предшествовать полеты в поле тяготения Земли, совершающиеся в основном за пределами атмосферы, Цандер написал работу «Полет далеко летающих ракет вне атмосферы» и опубликовал ее в книге «Проблема...»

#### ТЕОРИЯ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПОЛЕТОВ

Анализируя очень сложный вопрос о траекториях (путях) полета МК на другую планету, Цандер наметил при-

ного аппарата, который он называл межпланетным кораблем (МК) в соответствии с поставленной целью. Согласно этим предложениям и помещенным в статье поясняющим чертежам аппарат – двухступенчатый с крыльями у обеих ступеней. Использование первой ступени предполагалось только при подъеме с Земли, а для космических полетов и спуска на Землю с «самолетной посадкой» предназначалась только вторая ступень. Знаменательно, что современные многоразовые транспортные космические корабли (МТКК) тоже двухступенчатые, и у них вторая ступень, крылатая, осуществляет «самолетную посадку». Кроме того, в первой ступени МТКК, как и во всей в целом конструкции, нашло воплощение более позднее предложение Цандера, опубликованное в книге «Проблема полета при помощи реактивных аппаратов» (1932 г.): параллельное соединение бескрылых ракет и топливных баков (пакетная схема).

Свои предложения по конструкции МК Цандер обычно сопровождал расче-



Проект крылатого межпланетного корабля Ф.А. Цандера ("Перелеты на другие планеты", 1924 г.)

ближенный поэтапный метод их расчета. Он решил, что поскольку участок траектории, на котором МК испытывает только действие сил притяжения Солнца, огромен по сравнению с другими, именно ему необходимо уделить первоочередное внимание. Для начала Цандер представил этот участок так, как будто он занимает все пространство между планетами, а сами планеты уподобил точечным образованиям. Такой подход впоследствии стал классическим, исходным в теории межпланетного полета.

Для расчета межпланетных траекторий Цандер ввел понятие добавочной скорости ( $v_z$ ). Ее должен иметь МК по отношению к Земле при старте на желаемую межпланетную траекторию. А точнее, на участок, где учитывается только притяжение Солнца (причем, граница его условна). Пользуясь понятием добавочной скорости и приняв приближенно планетные орбиты круговыми и лежащими в одной плоскости, он доказал очень важную теорему. Суть ее в том, что наименьшему расходу энергии, необходимой для достижения другой планеты, отвечает эллиптическая траектория, касающаяся орбит обеих планет, между которыми совершается перелет (касательный эллипс). Такие траектории теперь называются гомановскими эллипсами по имени немецкого ученого В. Гомана, опубликовавшего их расчеты в конце 1925 г. Цандер выполнял свои исследования независимо от Гомана. 20 января 1924 г. он доложил о

них в МОЛА, а в дальнейшем показывал диапозитивы с результатами расчетов траекторий полетов на Марс и Венеру (в том числе по касательным эллипсам) во время многочисленных выступлений.

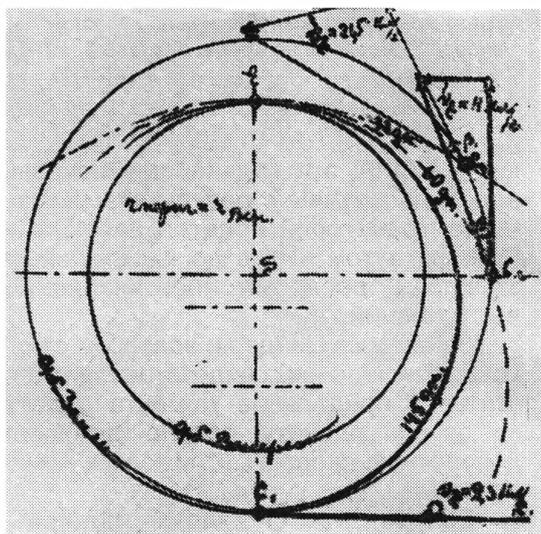
Занимался Цандер и вопросом стартовых "окон", о чем свидетельствует его статья "Определение момента отлета на другую планету, обеспечивающего добавочную скорость, близкую к минимальной".

Вместе с тем он работал над проблемой сокращения времени полета на другую планету. Это нашло отражение на его диапозитивах с результатами расчетов полетов на Марс и Венеру (там изображены не только касательные эллипсы). Кроме того, анализ одного из диапозитивов, где представлена зависимость времени полета с Земли на Марс от добавочной скорости у Земли (для четырех разных случаев) приводит к выводу о возможности небольшим увеличением добавочной скорости у Земли добиться ощутимого сокращения времени полета. Это очень важное положение, справедливое и для полетов на другие планеты.

На одном из диапозитивов Цандера изображены результаты расчетов эллиптических траекторий особого типа: при полете по ним получается возвращение на Землю после одного оборота вокруг Солнца через целое число лет. В наше время такие траектории называются траекториями Крокко по имени итальянского исследователя, опубликовавшего свои расчеты более 20 лет спустя после смерти Цандера.

Особую группу трудов ученого по механике межпланетного полета составляют работы, посвященные преднамеренным изменениям траекторий – маневрам.

Один из видов маневров, рассмотренных им, – корректировка (исправление) траектории МК при подлете к планете "с целью достижения безопасного спуска в желаемом месте".



Диaposитив Ф.А. Цандера с расчетами межпланетных траекторий полета с Земли на Венеру

Этому вопросу посвящены две его работы.

Другие два вида маневров, рассмотренных Цандером, имеют целью экономию топлива МК. Первый в наше время называется пертурбационным. Он нашел немалое применение, поскольку при его выполнении не расходуется топливо, а получается нужный результат за счет обмена энергией между МК и небесным телом, полет вблизи которого рассчитывается заранее. Пертурбационный маневр был исследован Цандером в нескольких работах и докладывался им в выступлениях, как видно из сохранившихся материалов. Второй маневр решает задачу о наиболее энергетически выгодном преодолении притяжения небесного тела, вокруг которого вращается МК ("О выгоды ускорения межпланетного корабля в моменты, когда скорость полета большая"). В автобиографии, написанной в 1927 г. и опубликованной Н.А. Рыниным в 1929 г., Цандер, перечисляя предложения, по которым, как он считал, ему принадлежит первенство, упоминает об обоих маневрах.

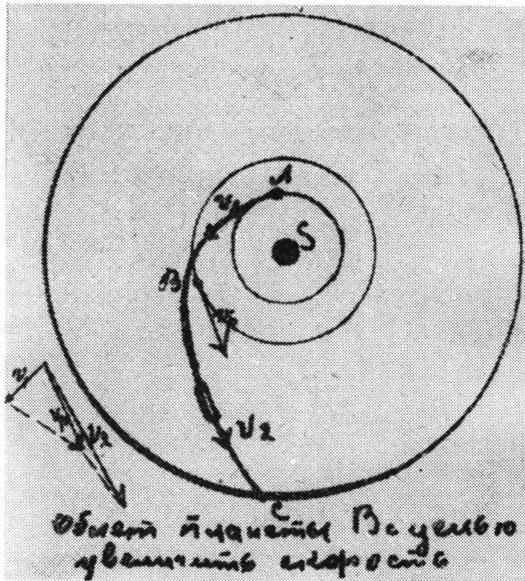
За свои основополагающие труды по механике межпланетного полета Цандер мог бы получить высокое мировое признание. Мешает этому их запоздалое издание. Вместе с тем нельзя не заметить, что он в своеобразной форме обнародовал главную часть

своих трудов в виде выступлений, в том числе в МГУ (конспект опубликован в книге "Из научного наследия"). Кроме того, он обращался в Главнауку, представил туда копии многих диапозитивов и перечислив все основные работы по механике межпланетного полета. К сожалению, в Главнауке отказались помочь Цандеру издать труды.

#### БОРЬБА ЗА ПРАКТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ КОСМОНАВТИКИ

Нет космонавтики без ракетных устройств, поскольку пока лишь они позволяют преодолевать земное тяготение. Поэтому ее практическое развитие как нового научно-технического направления начиналось с деятельности по конструированию, постройке и испытаниям таких устройств, пусть вначале небольших, но приближавших вылет в космос. Чтобы преодолеть непонимание, косность, консерватизм, стоявшие на пути, Цандеру пришлось пройти суровую школу борьбы за свою мечту, за дорогу, ведущую к практическому воплощению идеи полета в космос. Ученый стремился сблизиться с организациями, наиболее подходящими по тематике для развертывания интересовавших его работ, обращался к высокопоставленным деятелям и занимался пропагандой идеи межпланетных полетов.

В феврале 1919 г. Цандер поступил работать на Государственный авиазавод № 4 "Мотор" в Москве с "великими надеждами" в качестве заведующего техническим бюро. Но хотя надежды явно не оправдывались, он не падал духом. В конце доклада, сделанного 20 января 1924 г. в МОЛА, Цандер проявил инициативу, высказав мысль, что "желательно образование общества исследователей, любителей межпланетных путешествий", ибо "необходимо всестороннее исследование конструкций". Такое общество вскоре было создано под названием "Общество изучения межпланетных сообщений". Цандер прини-



Один из диапозитивов Ф.А. Цандера с вариантом пертурбационного маневра – облетом планеты с целью увеличения скорости полета КА

мал активное участие в его организации, вошел в президиум и, насколько позволяли возможности, развил в нем деятельность, направленную на осуществление его мечты. Так, например, 15 июля 1924 г. он сделал организационный доклад в научно-исследовательской секции общества, посвятив его плану практических работ. В нем намечалось начинать работы с “маленьких ракет”, с испытаний их двигателей и лишь по мере накопления опыта переходить к сложным реактивным аппаратам.

Создание общества стало возможным благодаря всплеску интереса к межпланетным полетам, когда появились сообщения о намерении американского ученого Р. Годдарда послать снаряд на Луну. 1 октября 1924 г. в МГУ состоялся диспут, на котором Цандер выступил с научным докладом. Интерес к волнующей теме был так велик, что диспут пришлось повторить дважды. Второй из них состоялся 4 октября. Интересные совпадения: ровно через 33 года 4 октября 1957 г. наша страна провозгласила начало космической эры запуском первого в мире искусственного спутника Земли!

Вскоре Цандера пригласили читать лекции в нескольких городах. Он высту-

пал в 1924–25 гг. в Харькове, Ленинграде, Саратове, Рязани и Туле, причем рассказывал не только о своих работах, но и об исследованиях других пионеров космонавтики – К.Э. Циолковского, Р. Годдарда, Г. Оберта.

Однако через некоторое время интерес к волнующей теме спал, устав “Общества...” не утвердили... И все же Цандер продолжал добиваться своего. Он обращался к К.Е. Ворошилову, к проф. С.А. Чаплыгину...

Лишь в 1928 г. Цандер, работая в Центральном конструкторском бюро Авиатреста при авиазаводе (бывший “Мотор”), наконец, получил возможность начать практические работы. В это время он приступил к разработке своего первого опытного реактивного двигателя ОР-1. В дальнейшем, перейдя на работу в Институт авиационного моторостроения (ИАМ), Цандер продолжал над ним работать. Вместе с тем ученый не прекращал деятельность, направленную на создание специальной организации по ракетной технике. Он связывался с Аэромеханическим институтом, Военно-воздушной академией, МОЛА, проводил занятия со студентами в Московском авиационном институте... Но наиболее перспективной оказалась связь с Осоавиахимом. В 1931 г. при Бюро Воздушной Техники Центрального Совета Осоавиахима сначала образовалась новая организация БИРД, затем ГИРД (группа изучения реактивного движения). Обе организации возглавлял Цандер, поскольку именно вокруг него началось их формирование, в чем немалую роль сыграло то, что он уже имел опыт практической работы в области реактивной техники и под его руководством трудилась бригада в ИАМе.

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Первый опытный реактивный двигатель Цандера ОР-1 работал на бензине и сжатом воздухе. По всем главным

**ДИСПУТ** **ПОЛНОЕ**  
ПОВТОРЕНИЕ:  
Суббота 4 Октября

БОЛЬШАЯ АУДИТОРИЯ ФИЗИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА ПЕРВОГО УНИВЕРСИТЕТА  
Улица Герцена, 6 (б. Большая Никитская).

# ПОЛЕТ ДРУГИЕ МИРЫ НА

Истина о полете снаряда проф. Годдарда на луну  
4 авг. 1924 г. в Америке

(особенно проф. Годд хардда, излучение в Ленинграде  
из Америки Обществом Мирведения)

## СПОРЫ НА ЗАПАДЕ В СВЯЗИ С ОТПРАВЛЕНИЕМ СНАРЯДА НА ЛУНУ.

Приб. из Ленинграда член Совета О-ва Мирведения  
**В. В. ШАРОНОВ.**

Перелом в Зап. Европе и Америке в отношении к про-  
блеме межпланетных сообщений в наши дни.

Величайшая загадка вселенной. Интересное предполо-  
жение американского ученого Гаррета Сервиса.

Самая мощная машина в мире. Чудесные возможности,  
связанные с развитием артиллерии в Америке в 1924 г.

Электромагнитные пушки-сверхдальной стрельбы. О ре-  
альной возможности полета человека в ядре этих пушек.

Картины жизни на небесном корабле. Сказочная дей-  
ствительность. Невиданные небесные панорамы.

Проблема межпланетного полета и судьба жизни на земле.  
Путь к разрешению тайн мироздания.

**Цены билетов от 30 к.**

Видеть предварительно продаются ежедневно в Физическом Институте (б. Никитская, 6) и в магазинах: Петрополь  
(Петровка, 5) и Тверской (Тверская, 38).

Сообщение члена Президиума Московского Общества  
изучения межпланетн. сообщений инж. Ф. А. ЦАНДЕР.

## ОБ ИЗОБРЕТЕННОМ ИМ НОВОМ КОРАБЛЕ, РАЗРЕШАЮЩЕМ ЗАДАЧУ ПОЛЕТА В МИРОВОЕ ПРОСТРАНСТВО.

Каким образом устраняется главное и единственное пре-  
пятствие к немедленному осуществлению полета на  
другую планету.

Преимущества небесного дирижабля Цандера над снара-  
дами Оберта в Германии и Годдарда в Америке.

Расширение вопроса о этицилах для межпланетных кораблей в миро-  
вом пространстве.

Их устроятся. Способ возможного питания людей в  
межпланетных станциях.

Непущаость лизонных принасов "Близкое будущее"

**ДОКЛАДЫ** беспрерывно иллюстрируются  
**СВЕТОВЫМИ ПАРТИКАМИ.**

**ПОСЛЕ ДОКЛАДОВ ПРЕНИЯ**

действительно ли разрешает изобретенный инж.  
Цандером небесный корабль задачу полета  
в мировое про-странство.

К участию в прениях приглашаются профессора и инженеры.

**Начало в 8 час. вечера.**

признакам он был прямым предшест-  
венником второго опытного реактивно-  
го двигателя Цандера ОР-2 – ЖРД, ра-  
ботавшего на бензине и жидком кисло-  
роде, предварительно проходившем че-  
рез испаритель.

Родство двигателей ОР-1 и ОР-2  
проявилось особенно ярко в том, что  
Цандер намечал после многих испыта-

Афиша доклада Ф.А. Цандера "Полет на другие  
миры", сделанного в первом МГУ 4 октября 1924 г.

ний ОР-1 использовать в качестве  
окислителя для этого двигателя жид-  
кий кислород, как и в ОР-2. В 1932 г.  
были созданы детали испарителя для  
него (доклад в ГИРДе от 20.09.32 г.).



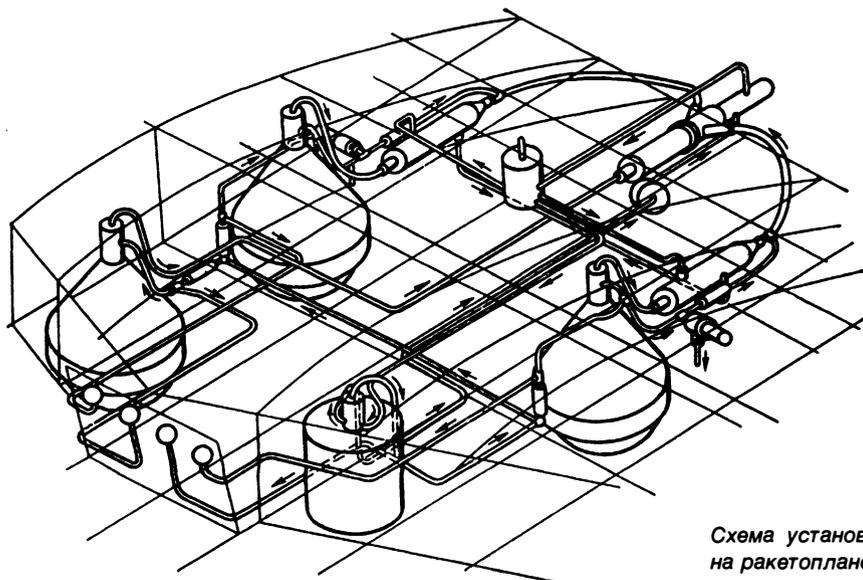
Характерной чертой работы Цандера над двигателями ОР-1 и ОР-2 было сочетание теории и эксперимента, нацеленность на изучение очень непростых процессов, происходящих в ЖРД и грозивших взрывами.

Уже работавший двигатель ОР-1 и проект двигателя ОР-2 послужили научно-технической основой оформления в апреле-мае 1932 г. ГИРДа как организации с производственной базой. На это указывает ряд фактов и прежде всего договор, заключенный 18 ноября 1931 г. между Цандером и председателем Бюро Воздушной Техники Ц.С. Осоавиахима Я.Е. Афанасьевым о теоретической разработке двигателя ОР-2 для реактивного самолета Р-1 и по опытам с ним.

Однако отсутствовало помещение для проведения экспериментальных работ. А Цандер, очень мягкий по характеру человек, с какой-то детской непосредственностью, был далек от решения подобных проблем. Выручил

*Группа сотрудников ГИРД после обсуждения проекта ракетоплана (сентябрь 1931 г.). В центре слева направо (сидят): С.П. Королев, Б.И. Черановский и Ф.А. Цандер. Стоит в центре – Ю.А. Победоносцев*

энергичный молодой инженер, работавший в области планеризма и заинтересовавшийся деятельностью Цандера, будущий академик С.П. Королев. Помимо образованности, преданности науке и технике, научно-технической сметки, он обладал еще и недюжинными организаторскими способностями. Найденный им в апреле 1932 г. бесхозный подвал в доме № 19 по Садово-Спасской улице в Москве стал за короткий срок помещением, в котором можно было проводить намеченные работы. С 1 мая 1932 г. приказом по Центральному Совету Осоавиахима С.П. Королев был назначен начальником ГИРДа. Далее в ГИРД перешла из ИАМа бригада Цандера. Это положило начало формированию бри-



*Схема установки двигателя ОР-2  
на ракетопланере РП-1 (1932 г.)*

гад. В конечном итоге их получилось четыре. Первую возглавил Цандер (в основном – ЖРД и жидкостные ракеты), вторую – М.К. Тихонравов (цель – жидкостные ракеты), третью – Ю.А. Победоносцев (воздушно-реактивные двигатели), четвертую – С.П. Королев (планер с ЖРД). Нужно заметить, что все основные направления работ в ГИРДе были ранее представлены у Цандера.

Наиболее видными членами бригады Цандера (помимо его самого) можно считать: Душкина Л.С., Корнеева Л.К., Мошкина Е.К., Подлипаева А.И., Полярного А.И. Инженер Корнеев после смерти Цандера возглавил первую бригаду, а позже, когда Королев стал Главным конструктором, работал у него начальником исторического отдела.

В ГИРДе были построены двигатель ОР-2 и жидкостная ракета ГИРД-Х конструкции Цандера. К сожалению, перед самым началом испытаний двигателя ОР-2 Цандеру пришлось уступить место, как он полагал, временно. Сказалось длительное перенапряжение сил, подорвавшее его здоровье. Цандер поехал отдыхать и лечиться в г. Кисловодск. По дороге на курорт заразился сыпным тифом, свирепствовавшим тогда на Украине и Северном Кавказе, и умер 28 марта 1933 г. в г. Кисловодске.

Испытания двигателя ОР-2 – первого отечественного ЖРД для летательного аппарата – начались после отъезда Цандера. А ракета ГИРД-Х – первая в стране ракета с ЖРД – была успешно запущена 25 ноября 1933 г. его учениками.

Вскоре после запуска первого в мире искусственного спутника Земли С.П. Королев стал ходатайствовать об установке памятника на могиле Цандера в г. Кисловодске. В архитектурный ансамбль этого памятника, создававшегося при активном идейном участии Королева, вошла копия ракеты ГИРД-Х. Она символически изображена оторвавшейся от Земли и устремленной к звездам. Перед открытием памятника в августе 1959 г. Королев, не имевший возможности приехать, послал в Кисловодск телеграмму Л.К. Корнееву, занимавшемуся там по его поручению организационными вопросами. В ней он наряду с приветствием участникам открытия отмечал, что всегда признавал Цандера своим учителем и наставником.

В период создания памятника я была на приеме у С.П. Королева. Никогда не забуду его слова: “И на Луну полетим, и на Марс полетим”. К сожалению, очень рано умерли мой отец и Королев, а мы до сих пор не слетали на Луну. По-

летим ли на Марс?.. Должны бы... Но самое главное – в вопросе о целях полетов. Они должны служить делу мира, делу блага страны и человечества – тому, о чем так мечтал мой отец. А для

этого необходимо самое труднодостижимое – движение человечества к гармонии между человеком, обществом, природой, следование Великим Законам Космоса.

## Информация

### Снова о жизни на Марсе

Как известно, летом 1996 г. американские ученые сообщили, что в метеорите ALH 84001, попавшем на Землю с Марса тысячелетия назад и несколько лет назад найденном в Антарктиде, имеются микроскопические следы, оставленные некими живыми организмами (Земля и Вселенная, 1997, № 1, с. 50-58). В ноябре 1996 г. англичане Иэн П. Райт, Колин Т. Пиллинджер и Моника М. Грэйди из Открытого университета в Милтон-Кейнсе в ноябре 1996 г. подтвердили и дополнили информацию своих американских коллег.

Еще в 1989 г., анализируя химический состав метеорита EETA 79001, найденного в 1979 г. также в Антарктиде, они установили, что его возраст составляет около 180 млн лет. Он оказался на Земле примерно 600 тыс. лет назад. В этом метеорите тоже необычно много органических веществ. Имеются основания утверждать, что найденные и там некоторые микроскопические проявления жизни принесены с Красной пла-

неты, а не были результатом земного загрязнения.

У обоих метеоритов выполнены определения соотношений изотопов углерода  $^{13}\text{C}$  и  $^{12}\text{C}$ . В одном из зерен “американского” оно оказалось на 6% ниже, чем требовал стандарт. Такое же соотношение встречается в земных геологических находках с возрастом около 2,8 млрд лет, где сохранились ископаемые следы древних бактерий, с которых, вероятно, началась жизнь на нашей планете. Некоторые специалисты сомневаются, что марсианские бактерии могли увеличить количество  $^{12}\text{C}$  в такой степени. Ведь сегодня атмосфера Марса содержит в себе более высокое отношение  $^{13}\text{C}$  к  $^{12}\text{C}$ , чем земная, и весьма вероятно, так было и в прошлом...

Английские ученые опубликовали данные, согласно которым в “их” метеорите содержится органика “в избытке”. Ее количество достигает 1 тыс. частей на 1 млн. А отношение  $^{13}\text{C}$  к  $^{12}\text{C}$  там на 2,5% ниже “стандарта”. Это примерно совпадает с соотношениями изотопов углерода в сегодняшних органических породах на Земле. Можно видеть в этом подтверждение гипотезы существования микроскопических “марсиан”, а можно и свидетельство земного загрязнения, как считает научный сотрудник Скриппсовского океанографического института в Ла-Холье

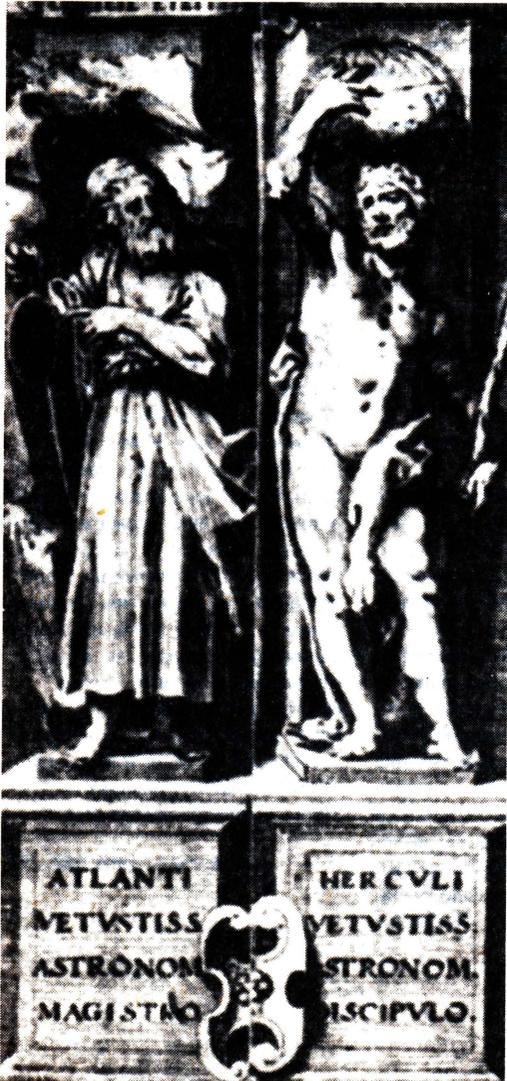
(штат Калифорния) Джерри Л. Бада.

Точный химический состав большей части органики в метеоритах пока не установлен. Но, изучив образец “английского” EETA 79001, геохимик Джин Д. Мак-Дональд из Корнеллского университета (Итака, штат Нью-Йорк) обнаружила там аминокислоты, которые считаются “кирпичиками” для построения жизни.

Однако структурные характеристики этих аминокислот сходны с теми, что содержатся в геологических породах нашей “родной” Антарктиды. Может быть, они просочились внутрь метеорита вместе с талой водой за время пребывания на Ледяном континенте? По мнению Иэн Райт, такое загрязнение может быть ответственно лишь за очень незначительный процент органики, содержащейся в “его” метеорите. Получается, что жизнь, начавшаяся на Марсе, согласно американским данным, много миллионов лет назад, могла бы просуществовать до периода, отстоящего от нас “всего” на 600 тыс. лет... Так ли это на самом деле, выяснится из дальнейших экспедиций на Марс или исследований только что упавших на Землю марсианских метеоритов.

Science News, 1996, 150, 292

## Иоганн Байер



Титульный лист из "Уранометрии"

Истории астрономии эпохи средневековья и раннего нового времени известны имена ученых, которые, строго говоря, не были "профессионалами" в этой области, но оставили значительный след в развитии науки. Впрочем, для тех периодов истории, вероятно, вообще нельзя говорить о профессионализме в современном понимании этого слова. Лица духовного звания, врачи, юристы и другие интеллектуалы плодотворно занимались астрономическими исследованиями, и XVI–XVII вв. стали для Европы временем подлинного расцвета астрономии. Немалую лепту в этот процесс внес автор знаменитого звездного атласа Иоганн Байер.

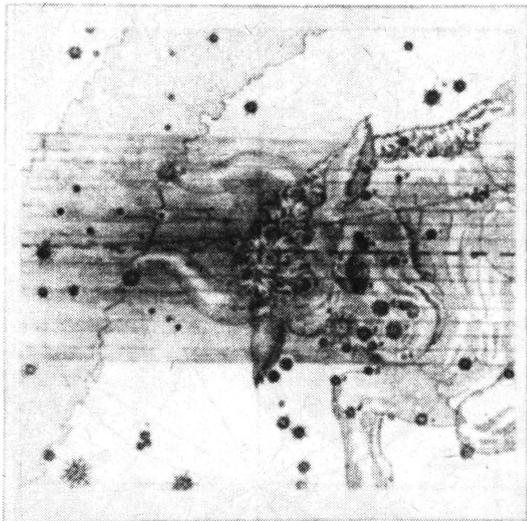
И. Байер родился в 1572 г. в баварском городе Райне. О его жизни известно очень мало. 19 октября 1592 г. Байер поступил в Ингольштадтский университет и изучал там философию. В Ингольштадте существовала хорошая научная школа, позже здесь работала известный астроном Х. Шейнер. Впоследствии Байер переехал в Аугсбург. Тогда этот город, наряду с Нюрнбергом и другими южно-немецкими городами, был одним из центров германского гуманизма и Возрождения. Аугсбург занимал выгодное географическое положение и считался крупнейшим торговым центром, связывавшим Северную Европу с Италией и Испанией. Это обеспечивало городу процветание, а его жителям хороший достаток. Высокое развитие приобрели ремесла: еще в 1368 г. власть в городе перешла от патрициата к ремесленным цехам. Вместе с Гамбургом и Нюрнбергом в XVII в. Аугсбург стал цен-

тром златокузнечества. Об этом напоминает прекрасная коллекция произведений аугсбургских мастеров, хранящаяся в Московской Оружейной палате. В городе жили и работали знаменитые деятели северного Возрождения: художники Ганс Гольбейн-старший и его сын Ганс Гольбейн-младший, видный историограф Конрад Пейтингер. Семья торговцев и банкиров Фуггеров создала большую городскую библиотеку.

Большую роль играл вольный город и в политической жизни того времени. Здесь в 1555 г. был заключен религиозный мир, предоставивший князьям и другим сословиям право самостоятельно выбирать веру (католичество или протестантизм). Наконец, с 1568 г. в Аугсбурге некоторое время жил Тихо Браге, нашедший поддержку у местных любителей астрономии – братьев Хайнцель. Тихо соорудил большой квадрант, который использовался Хайнцелем для наблюдений знаменитой сверхновой звезды 1572 г., а также большой полусекстант и небесный глобус. Посетил Аугсбург и известный французский ученый Пьер де ля Раме (Петер Рамус). Поэтому проявившийся у Байера интерес к астрономии был вполне естественным.

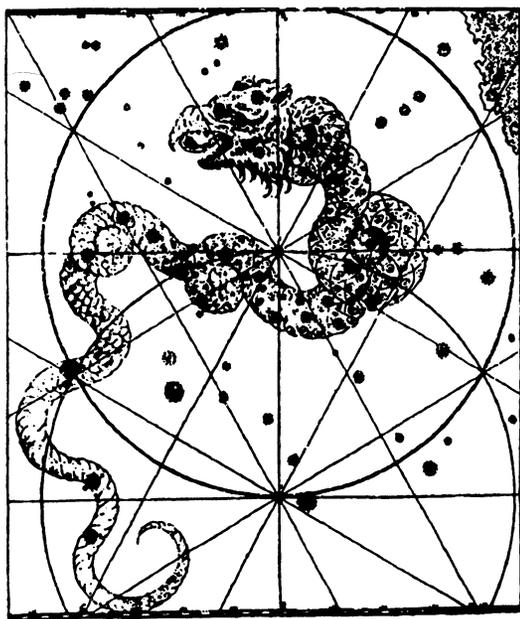
Труд, принесший Байеру европейскую известность, назывался "Уранометрия" и был издан в Аугсбурге в 1603 г. 1 сентября этого года Байер подписал посвящение двум почетным горожанам и городскому Совету.

"Уранометрия" – большой звездный атлас. Атлас Байера показывает нам звездное небо как мы видим его с Земли, т.е., подобно атласу Пикколомини, дает прямые изображения созвездий. Впрочем, зеркальные изображения созвездий тоже продолжали сохраняться в астрономии (вспомним, например, атлас Яна Гевелия). Байер ввел новую номенклатуру звезд, видимых невооруженным глазом, которая продолжает сохраняться в астрономии и ныне. Книга открывается посвящением, затем следует предисловие, в котором Байер



упоминает своих предшественников. Ученый был прекрасным знатоком астрономической литературы и античного наследия. Забегая вперед, следует упомянуть, что описывая каждое созвездие, ученый отмечает тех авторов, в произведениях которых оно фигурирует. После введения следует несколько стихотворений на латыни и греческом, посвященных "Уранометрии".

Основная часть книги состоит из трех разделов: здесь 49 гравюр, выполненных Александром Майером, изображают 60 созвездий звездного неба – 21 созвездие Северного неба, 12 диакальных и 15 южных созвездий, последняя гравюра представляет 12 новых созвездий, введенных Байером. Завершают атлас общие карты обоих полушарий, на которых обозначены лишь звезды без рисунков созвездий. Изображение каждого созвездия сопровождается списком его звезд с указанием их названий, в том числе и арабских, а также перечислением всех названий созвездия у разных авторов и на разных языках. Помимо названий собственно созвездий Байер приводит имена и названия связанных с созвездием персонажей или понятий древнегреческой мифологии. В атласе Байер попытался соединить достижения предшественников. В прежних атласах, начиная с Птолемея, расположение звезд внутри созвездия сопровождалось словес-



ным описанием. Это нередко приводило к путанице (особенно, когда греческие выражения были переведены на другие языки) и не всегда указывало наблюдателю на одну и ту же звезду. Первую попытку систематизировать звезды внутри созвездий в европейской астрономии предпринял итальянский епископ Алессандро Пикколомини (первое издание его атласа вышло в 1540 г.). Пикколомини впервые обозначил звезды буквами латинского алфавита в порядке убывания блеска. Помимо атласа Пикколомини существовали еще звездные карты и атласы А. Дюрера (1515), Дж. Галуччи (1588), Г. Гроция и Я. Гейна (1600), но все они значительно уступали труду Байера. В «Уранометрии» звезды также получили буквенное обозначение.

Для этого Байер использовал греческий алфавит, порядок следования букв соответствовал уменьшению яркости звезд. Когда греческих букв не хватало, Байер вводил буквы латинского алфавита. Он старался как можно более четко «идентифицировать» каждую звезду. Подобно карте Дюрера и атласу Галуччи, Байер ввел на своих картах координатную сетку. В художественном плане изображения созвездий также не уступали предшествовавшим

картам.

Соединив прекрасные гравюры, расположенные по небесным координатам созвездий и звезд, буквенные обозначения звезд по порядку их блеска и краткий мифологический комментарий к созвездиям, Байер создал первый в европейской науке полный атлас звездного неба, видимого невооруженным глазом, и за несколько лет до изобретения телескопа ввел звездную номенклатуру, используемую в астрономии до сих пор. Недаром в предисловии к атласу ученый с гордостью писал: «Если я не ошибаюсь, до сих пор в подобной форме и с такой тщательностью аналогичных описаний не появлялось».

Интересен и набор созвездий, содержащихся в атласе. 48 карт птолемеевых созвездий. Есть еще два рисунка, являющихся как бы «прообразами» будущих созвездий. Например, Орел показан держащим в лапах мальчика Ганимеда. В комментарии Байер отмечает, что именно так первоначально трактовалась эта фигура на картах, и лишь позже Ганимед «превратился» в Антиноя (отражение истории гибели этого юноши во времена императора Адриана). На последующих картах, в том числе и в атласе Гевелия, Антиной изображался в качестве самостоятельного созвездия (мальчик, стреляющий из лука) и его первоначальное значение, очевидно, забылось. На карте созвездия Большого Пса помещено изображение Голубя, тоже впоследствии выделенного в независимое созвездие. Своим появлением оно обязано, вероятно, эпохе Великих Географических Открытий, когда набожные португальские мореплаватели «поместили» на небо библейского голубя, возвестившего Ною об окончании всемирного потопа и о скором появлении земли. К тому же Голубь расположен рядом с созвездием Корабля Арго, воспринимавшимся в средние века как символ Ноева ковчега.

Изображения созвездий у Байера выполнены на высоком художественном уровне с большим реализмом. Так,

например, созвездие Эридана изображено в виде речки, текущей между камнями и скалами, берега которой покрыты осокой, рогозом и камышами.

Наиболее интересна последняя карта атласа. Здесь Байер поместил 12 новых созвездий, доведя их общее число до 60. Это созвездия, расположенные вблизи Южного полюса, своим происхождением они обязаны эпохе Великих Географических Открытий. Они сохранились на звездных картах до сих пор. В их названиях чувствуется “аромат” экзотики заморских стран, и, как дань традиции, почти все они носят названия животных. Составляя эту карту, Байер использовал данные Америго Веспуччи и других мореплавателей, прежде всего голландского навигатора Питера Дирксона Кайзера (латинизированное имя – Петрус Теодори), происходившего из города Эмден, порта во Фрисландии на побережье Северного моря. После обретения независимости голландцы с конца XVI в. активно включились в географические исследования южных морей. Перечислим созвездия, введенные Байером: Павлин, Тукан, Журавль, Феникс, Золотая Рыба, Летучая Рыба, Гидрус, Хамелеон, Пчела, Индийская Птица, Южный Треугольник, Индус. Изображения некоторых из них весьма своеобразны. Например, Летучая Рыба изображена с птичьими крыльшками, а Журавль напоминает какую-то хищную птицу типа коршуна и только в атласе Гевелия приобретает обычный вид. Название Золотой Рыбы дано Байером без перевода “Дорадо” по-испански. Гевелий “превратил” ее в Рыбу-Меч (Ксифиас), и лишь позже к созвездию вернулось первоначальное название. Гидрус (самец гидры) – созвездие, расположенное севернее. У нас оно именуется “Южная Гидра”. Созвездие Пчела в 1678 г. была “превращена” в Муху Эдмундом Галлеем, а в атласе Гевелия две мухи: вторая появилась рядом с созвездием Овна, а позже исчезла со звездных карт. В литературе часто можно встретить утверждение,



что созвездие Индеец первоначально обозначало индейца, т.е. жителя Индии. Это не совсем верно, действительно, в латинском языке словом “Индус” называли жителя Индии, но ведь и для европейских путешественников открытый Новый Свет был Индией. Название “Америка”, придуманное Мартином Вальдземюллером в 1507 г., не сразу вошло в географический обиход, долгое время параллельно употреблялись названия “Западная Индия”, “Индии”. Поэтому созвездие Индус все-таки обязано своим происхождением жителям Америки. Майер изобразил Индуса в виде дикаря со стрелами, что вряд ли могло соответствовать образу жителя Индии. Сходным образом надо, по-видимому, воспринимать и название другого созвездия “Индийская птица”, это тоже птица Нового Света. Впоследствии созвездие стали называть “Райская Птица”. Байер изображает ее в виде птицы с пышным оперением и без ног. Следовательно, Байер обогатил звездное небо еще 12 новыми созвездиями.

“Уранометрия” Байера была очень популярна в Европе и неоднократно переиздавалась.

В конце жизни Байер сотрудничал в работе по созданию нового звездного атласа с аугсбургским адвокатом (или монахом) и любителем астрономии

Юлиусом Шиллером. Труд Шиллера под названием "Христианское звездное небо вышел уже после смерти Байера. Шиллер предпринял попытку показать созвездия заново в христианском ключе, "переместив" на небо персонажей Священного Писания и христианских святых. Эта попытка была отвергнута астрономами.

Иоганн Байер скончался в Аугсбурге 7 марта 1625 г., там же был и похоронен.

Заслуги Байера были оценены. Император Леопольд I возвел его в дворянство, а астрономы в честь Байера назвали кратер на видимой стороне Луны. Кратеры "Байер" и "Шиллер" расположены недалеко друг от друга в память о дружбе и сотрудничестве двух ученых "славного города Аугсбурга".

*Е.В. ПЧЕЛОВ*

## Информация

### **Столкновения астероидов с Землей и их последствия**

Сибирская кольцевая геологическая структура Попига́й (Земля и Вселенная, 1971, № 5) диаметром 100 км, расположенная за Полярным кругом ( $\lambda = 111^\circ \text{ E}$ ,  $\varphi = 71^\circ 30' \text{ N}$ ), – пятый по величине ударный кратер на Земле. Его возраст до недавних пор оценивался весьма приблизительно – от 5 до 65 млн лет. Однако эта неопределенность, кажется, исчезает: группа из трех канадских ученых и одного русского (В.Л. Масайтис, автор статьи "Астроблемы", Земля и Вселенная, 1975, № 6, с. 13 – *Ред.*), проведя изотопное исследование пород, раскрошенных при метеоритном ударе, объявила о своей оценке

возраста Попига́й в  $35,7 \pm 0,2$  млн лет.

Интересно, что почти в это же время на Землю упал другой большой метеорит, оставивший кратер Чесапик Бэй ( $\lambda = 76^\circ 5' \text{ W}$ ,  $\varphi = 37^\circ 15' \text{ N}$ ) диаметром 85 км, расположенный на восточном побережье США (35,2–35,5 млн. лет). По-видимому, падение метеорита, породившего этот кратер, послужило также причиной появления тектитового поля. Кроме того, в геологических отложениях выделены два обогащенных иридием слоя, возраст которых близок к оценкам возраста кратеров. Такого рода иридиевые аномалии возникают на Земле вследствие падения крупных метеоритов.

Возраст обоих ударных кратеров предшествует границе эоцен – олигоцен в истории Земли, датированной в  $33,7 \pm 0,5$  млн лет. Этот период отмечен существенным изменением климата с похолоданием океанов и появлением ледникового покрова в Антарктиде, а также

наиболее сильным вымиранием биологических видов после исчезновения динозавров 65 млн лет назад. Последнее, как известно, связывают с падением астероида, породившего кратер на Юкатане, Мексика, размером  $180 \times 310$  км.

Отметим, что астероиды, способные оставить при ударе кратеры подобных размеров, падают на Землю примерно один раз в 10 млн лет. Так что разница "всего лишь" в несколько сот тысяч лет между датами падений метеоритов, оставивших кратеры Чесапик Бэй и Попига́й, весьма показательна. Тем более, что и около даты 65 млн лет тоже имеются свидетельства падения нескольких крупных метеоритов (Земля и Вселенная, 1993, № 6, с. 112).

Подобные совпадения ставят интригующий вопрос: каким образом столкновения Земли с астероидами могут влиять на изменения климата.

По материалам журнала  
*Nature*, 1997, 388

## Григорий Иванович Шелихов

(К 250-летию со дня рождения)

На портрете Григорий Иванович Шелихов выглядит лощеным царедворцем – мундир с кружевами на обшлагах, жилетка, парик... Однако жизнь его, выходца из купеческой среды, проходила вдали от столицы, в постоянных путешествиях и плаваниях. Придворный поэт Г.Р. Державин не случайно назвал его “Колумбом Росским”: с его именем связано открытие Америки с запада и основание там русских поселений.

### ИЗ РЫЛЬСКА НА ВОСТОК

Родился Григорий Шелихов в маленьком городке Рыльске – в сотне верст от губернского Курска. Но и до захолустных этих мест дошли известия о чудесных открытиях **Витуса Беринга**, о баснословных пушных богатствах Командорских островов. И непоседливый Григорий двинулся в путь.

В 1772 г. перебравшись сначала в Курск, он затем добрался до Иркутска, признанную в те времена столицу Сибири. Он отправился на восток не первым. Некоторые куряне уже ушли искать счастья на берегах и островах, открытых Берингом. Но Шелихов задумал пройти дальше других. В 1774 г. из Иркутска он проходит “со товарищи” на верховья Лены, потом по великой реке достигает Якутска, а оттуда по рекам переваливает через суровый, заснеженный хребет Джугджур и сплавляется по реке Охота в **Ламское море** (так тогда называли Охотское). Здесь он присмотрел место, где можно было бы построить корабли.

Год спустя Григорий Иванович женился на молодой вдове богатого иркутского купца и стал обладателем весьма крупного капитала, который решил потратить на организацию большой экспедиции к берегам Америки и создание постоянных промысловых поселений на **Алеутских островах**. За пять лет – с 1776 по 1781 год – он сумел снарядить и отправить в дальние края десять судов. Вернувшись в Иркутск, Шелихов предложил купцу Ивану Голикову основать постоянную компанию и добиться в Петербурге официальной санкции исключительных прав промышленной и торговой деятельности на островах и берегах Америки. 17 августа 1781 г. была образована Северо-Восточная компания, однако к великому разочарованию компаньонов императрица Екатерина II отказалась предоставить им монопольные права на промыслы и торговлю на берегах Тихого океана.

Несмотря на это, Шелихов в 1783 г. строит в Охотске три небольших двухмачтовых парусника (“Три святителя”, “Симеон и Анна”, “Св. Михаил”) и организует разведывательную экспедицию – искать новые острова и новые лежбища морского зверя. Вместе с ним отправляется в долгое плавание его супруга Наталья Алексеевна с двумя малолетними детьми. Редчайший случай в истории морских путешествий того времени!

### АМЕРИКАНСКИЕ ПОСЕЛЕНИЯ

На судах, не считая команды, находились 192 промышленника, большая часть которых намеревалась поселить-

ся на островах и заняться постройкой постоянных баз. На острове **Кадьяк**, по плану Шелихова, предполагалось заложить крепость.

Невольно хочется сравнить двух Колумбов – испанского и российского. Оба они открыли множество неведомых островов, оба сталкивались с воинственными туземцами, но заканчивались эти стычки по-разному. Моряки Христофора Колумба, встретив аборигенов, безжалостно расстреливали их из арбалетов, топтали лошадьми, травили специально обученными боевыми собаками. А Шелихов, высадившись на Кадьяк и узнав, что коняки – жители острова – решили истребить всех моряков до единого, вместо того, чтобы устроить побоище взорвал для устрашения прибрежную скалу, а потом еще больше поразил воображение туземцев “кулибинским фонарем” – прообразом современного прожектора. По ночам он светил с судна и казался туземцам взходящим в неурочное время Солнцем.

“После ... непонятных, чудных и вместе ужасных для них явлений, – писал Шелихов, – все коняки острова оставили свои усилия к вытеснению нас, ибо я, ... избегая, сколько можно, пролития крови, ... им представлял, что я желал с ними жить в дружбе, а не вести войну... Сиё и многие примеры ласкового обхождения и малые подарки совершенно их усмирили. Таким образом приобрел я к себе от них столь великое благорасположение, что они, наконец, назвали меня своим отцом”\*.

Освоение новых земель Шелихов начал с устройства школы для туземцев. Он постоянно следил за ее успехами на Кадьяке, частенько отчитывая управлятеля Кадьяка Евстрата Деларова. Например, он так его наставлял: “Грамоте, петь и арифметике учить более мальчиков пожалуйте старайтесь, чтоб со временем были из них мореходы и добрыя матрозы; также мастерствам разным учить их на-



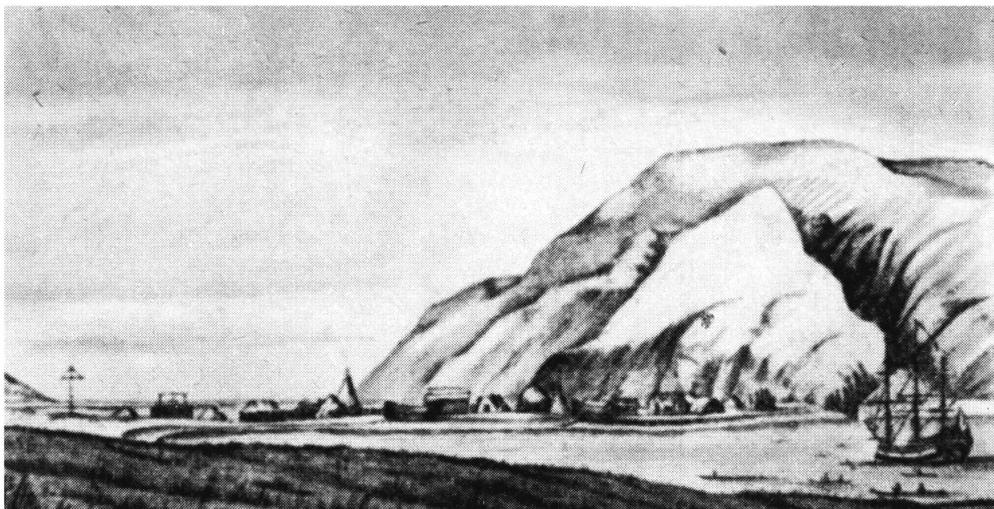
добно, особливо плотничеству... Книг учебных, горных, морских и протчих множество к вам пришлю”.

Промышленники во главе с Григорием Ивановичем провели на острове две зимы, и только к лету 1786 г. Шелихов решил, что его задача выполнена. Ко времени его отъезда было уже открыто множество островов, принадлежащих архипелагам: Командорскому, Алеутскому, островным группам Лисьим, Андреяновским...

В том же году бывалый мореход Гавриил Логинович Прибылов обнаружил два небольших островка, которые буквально кишели сивучами, котиками, каланами (морскими бобрами), песцами и другим “морским зверем”. За два последующих года на этих островах 20 русских промысловиков и 20 алеутов смогли добыть две тысячи с лишним бобров, сорок тысяч котиков, шесть тысяч голубых песцов, тысячу пудов моржовой кости и пятьсот пудов китового уса.

К осени 1786 г. артели компании Шелихова и Голикова уже расселились по берегам бухт и заливов. Люди жили в добротных избах, построенных не на

\*Здесь и в дальнейшем орфография и синтаксис оригинала.



сезон. Более того, на полуострове **Кенай** и на острове **Афогнак** были уже постоянные поселения и крепости.

*Селение Шелихова, основанное в 1784 г. на острове Кадьяк в гавани Трех Святителей*

#### ШЕЛИХОВСКИЙ РАЗМАХ

В начале 1787 г. Григорий Иванович возвратился в Охотск, а оттуда отправился в Иркутск, где надеялся с помощью генерал-губернатора добиться разрешения правительства продолжить начатое обживание островов и побережья Америки. Российские суда оставляли там медные доски с гербом и надписью **“Земли Российского владения”**.

Замыслы Шелихова были поистине грандиозны. Он мечтал расселить российских промышленников “по изъясненной земле Америке и Калифорнии”. Он проектировал открыть торговлю с английской Ост-Индской компанией и отправлять свои суда из Охотска или Камчатки напрямую в китайские порты.

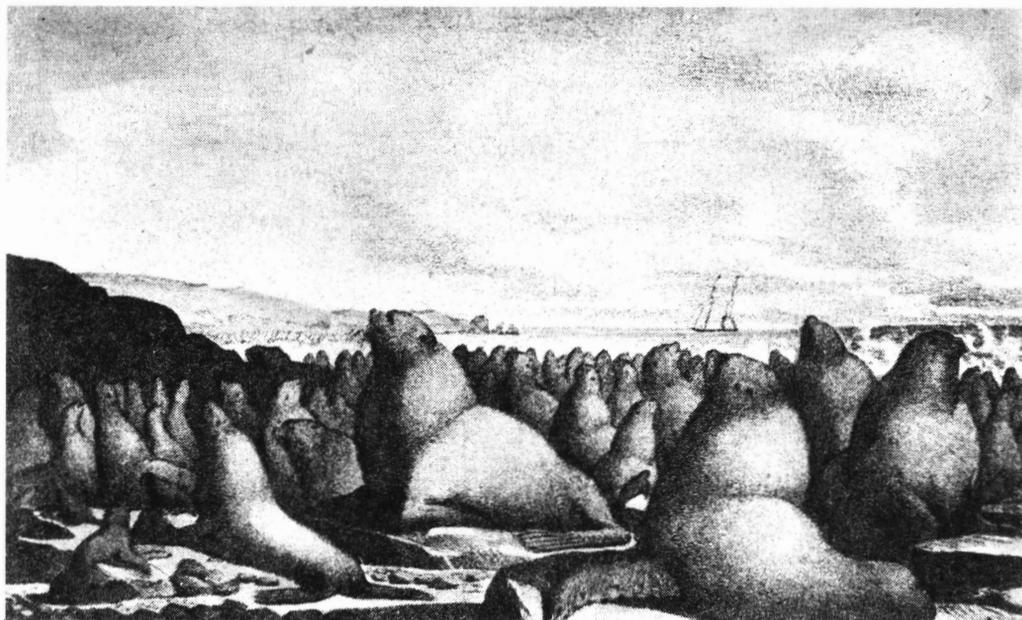
В своем “Наставлении” Григорий Иванович предлагал “стараться чрез всякие снисхождения аляскинских... и чугач приводить в совершенное Российскому Императорскому престолу подданство”. Он хотел улучшить материальное положение местных жителей, чтобы “все пришедшие обитатели в подданстве не имели от лености и нерадения в здешних продуктах, в пищах и в одеянии нужды”. Он приказывал по-

стоянно напоминать местным жителям, что если они будут верны русским, то будут жить “в совершенном благоденствии”.

Надо заметить, что Шелихов был противником опутывания аборигенов долгами. Он старался “всегда покупать наличное за наличность – им веселее, да и нам такой торг без греха и огорчения”.

Он ратовал за дальнейшее распространение грамотности: “Заведенное мною российской грамоте здешних обитателей детское училище умножить, для чего потребныя книги я из Охотска на судне “Трех святителей” сюда пришлю, что весьма в сём краю почитать должно для познания просвященного учреждения в благоденствии человеческого рода полезным и нужным, ибо обучившиеся в грамоте могут быть в переводе исправныя, а без совершенных переводчиков никакого установления сделать неможно”.

Переводчики были действительно необходимы, так как Шелихов разрабатывал планы расширения торговли по всему бассейну Тихого океана. Он собирался торговать с португальцами в порту Макао, с индонезийцами – в порту



Батавия (теперешняя Джакарта), с жителями Филиппинских и Марианских островов и даже с Японией, которая в те годы не допускала европейцев в свои владения. Но на этот раз японское правительство заинтересовалось торговлей с компанией Шелихова и согласилось принимать ежегодно по одному русскому судну.

Еще в феврале 1790 г. Григорий Иванович объявил иркутскому генерал-губернатору о своем намерении «сделать заселение» на южных Курилах – «ибо близость тех к Камчатке неоспоримое дает право на владение под Российским скипетром подданным... и надемся притом чрез мохнатых курил (то есть айнов) с японцами установить торговлю».

Шелихову принадлежит инициатива в заселении русскими **Курильских островов**. Он прекрасно понимал необходимость для России стратегического форпоста в виде Курильской гряды. Несмотря на предупреждение Екатерины II не заводить спор из-за этих островов с другими державами, Шелихов взял на себя смелость и риск закрепить Курилы за Россией.

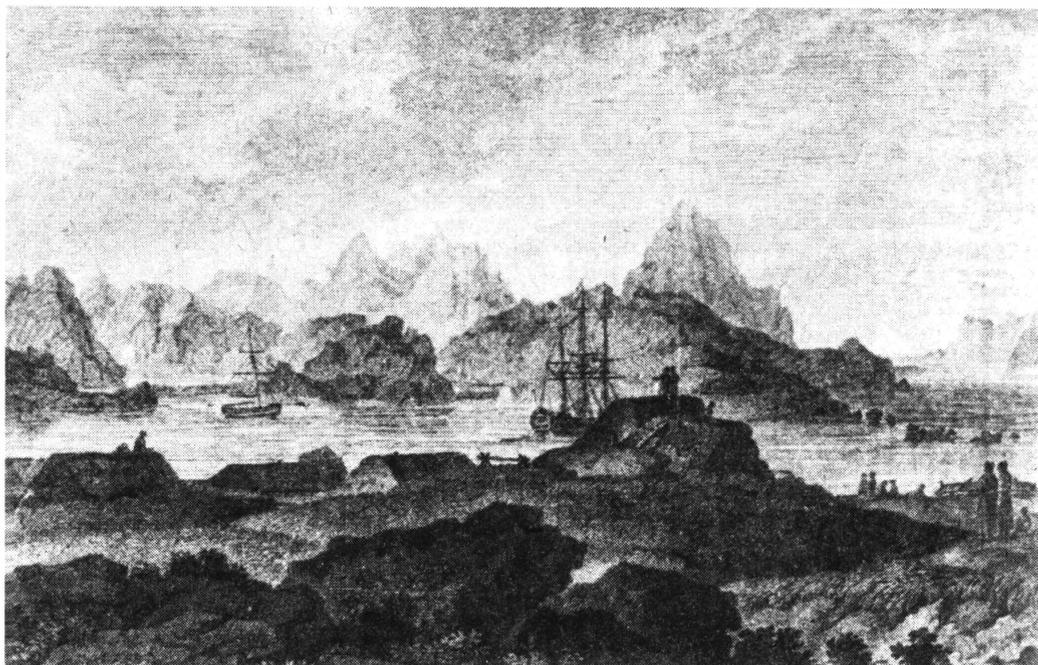
В 1794 г. Григорий Иванович послал на Курильский остров Уруп 20 промышленников и 4 семьи крестьян

*Лежбище морских котиков на островах Прибылова*

---

во главе с Василием Звездочетовым. Создав здесь базу, Звездочетов и его люди вскоре перешли на Итуруп, где и прожили около десяти лет. Звездочетову удалось открыть торговлю с японцами, жившими на острове Хоккайдо.

Шелихов был горячим поборником возвращения России **бассейна реки Амур**. Он советовал иркутскому генерал-губернатору организовать исследовательскую экспедицию районов Приамурья, примыкающих к океану: «по гриве того постоянного хребта, которой от самого Байкала простираетца на восток... От таковой экспедиции сия польза будет, что узнаем местоположение между Амуром и между вершинами рек Витима, Олекмы, Алдана и Май, ибо сии места донныне остаются вовсе нами неисследованными и неописанными... А как таковая экспедиция должна иметь все нужные... пособия и издержки, то оныя приемлю я на себя и охотно потребную сумму жертвую на пользу Отечества».



Шелихов отмечал, что и в различных местах Северо-западной Америки имеются слюда, хрусталь, медная руда, точильный камень и другие богатства недр. Он приказывал вести строгий учет всем новым находкам и "все такие руды, металлы и редкости вывозить".

К 1794 г. неутомимый Шелихов организовал еще три компании: "Предтеченскую", действовавшую на островах Прибылова и Лисьих, "Уналашкинскую", размещившуюся на острове Уналашка, и "Северо-Американскую". В задачу последней входило создать и укрепить поселения на островах Берингова моря и на северном, тогда еще совсем неисследованном, побережье **Аляски**, а кроме того отыскать морской или сухопутный проход в Баффинов залив.

Американские владения, удаленные на тысячи верст от центра России, требовали множество разных товаров. Поэтому поиск новых удобных путей был одной из важнейших забот Григория Ивановича. Впрочем, и само путешествие по бездорожной Сибири, а особенно связь ее с северо-восточными окраинами государства были исключительно трудны.

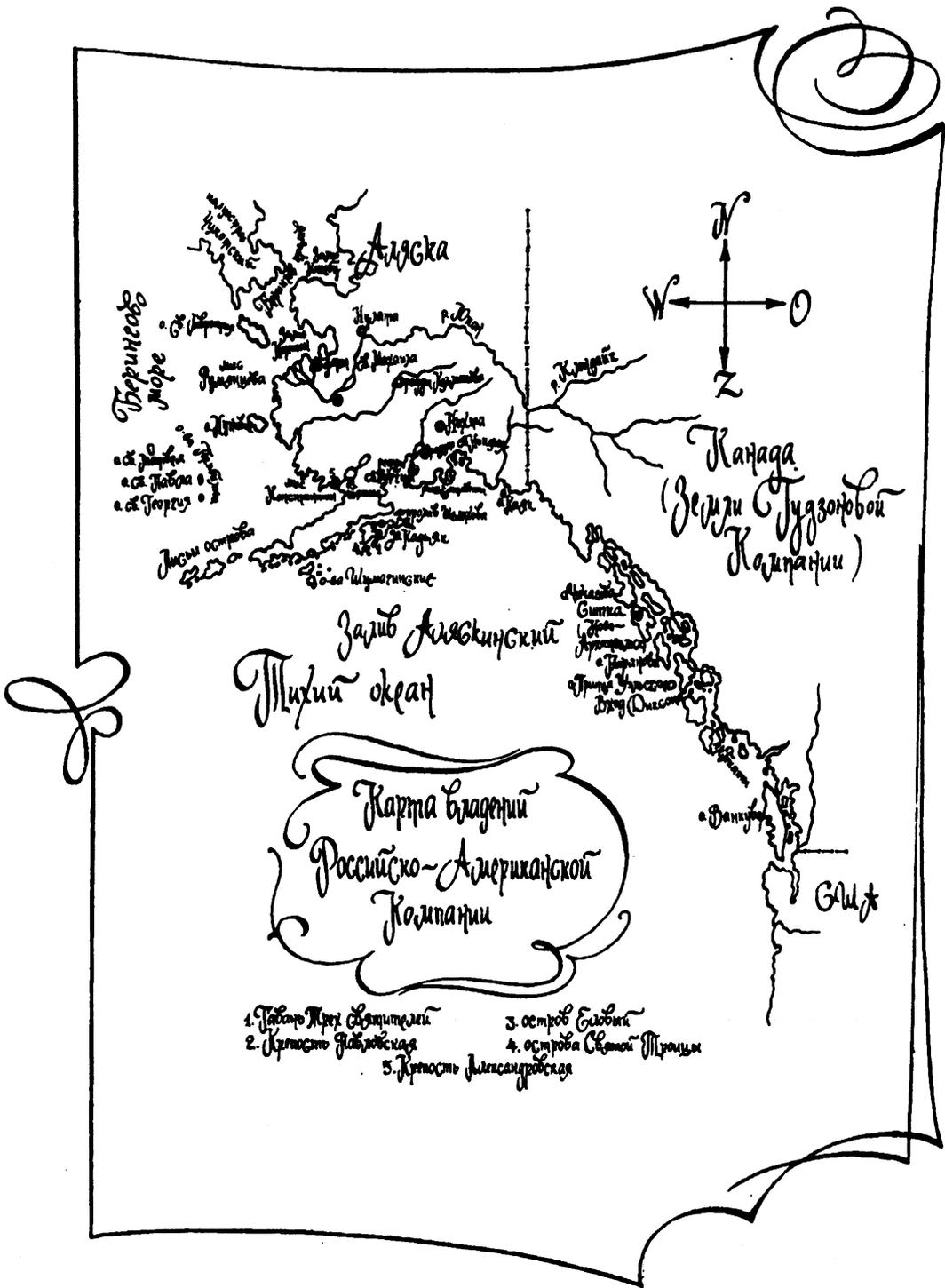
*Гавань на острове Уналашка и русское поселение*

НЕСОСТОЯВШАЯСЯ СЛАВОРОССИЯ...

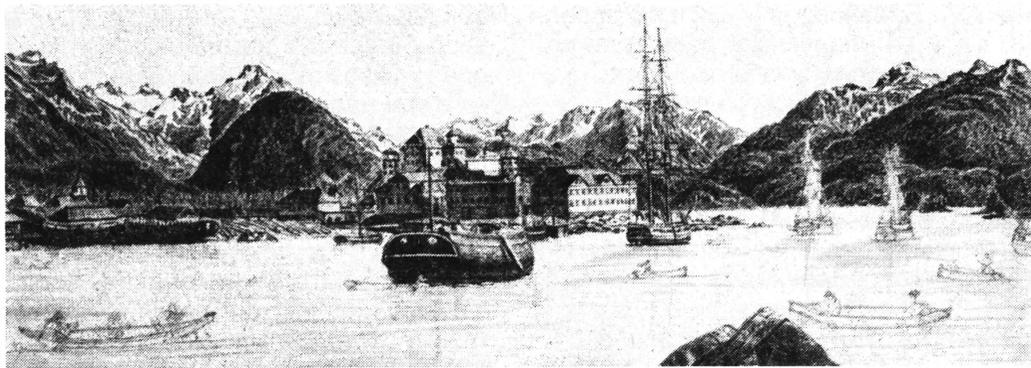
В ноябре 1794 г. Шелихов составил "Всепокорнейшее донесение" новому Иркутскому генерал-губернатору И.А. Пилю с просьбой разрешить организовать экспедицию по отысканию более удобного чем Охотск места для строительства порта. На американском берегу Григорий Иванович мечтал основать большую русскую колонию – "**Славороссию**", с широкими прямыми улицами, школами, церковью, музеем...

Все новые и новые планы зарождались у него, но им уже было не суждено осуществиться. 20 июля 1795 г. в возрасте сорока восьми лет – в самом расцвете сил – Григорий Иванович скоропостижно скончался. Он похоронен в Иркутске, на территории бывшего Знаменского монастыря – ныне Знаменской церкви.

Смерть Шелихова оплакивали лучшие люди России. Гавриил Державин посвятил ему стихи, и они выгравированы



Карта владений Российско-Американской компании



ны на памятнике Шелихову в Иркутске, на его могиле:

“Колумб здесь Росский погребен, / Преплыв моря, открыл страны безвестны, / И зря, что все на свете тлен, / Направил парус свой во океан небесный – / Искать сокровищ горных, неземных...”

А на другой стороне памятника выбита стихотворная эпитафия (автор – поэт Иван Дмитриев):

“Как царства падали к стопам Екатерины, / Росс Шелихов без войск, без громоносных сил / Притек в Америку чрез бурные пучины / И нову область Ей и Богу покорил. / Не забывай, потомок, / Что Росс – твой предок – был и на востоке громок. / Прохожий, чти в сем гробе тлен. / Колумб здесь Росский погребен”.

После кончины Шелихова его вдове удалось добиться от императора Павла I монопольных прав в Америке. Причем Наталье Алексеевне и их детям было даровано дворянское достоинство. А в

*Центральная часть Ново-Архангельска*

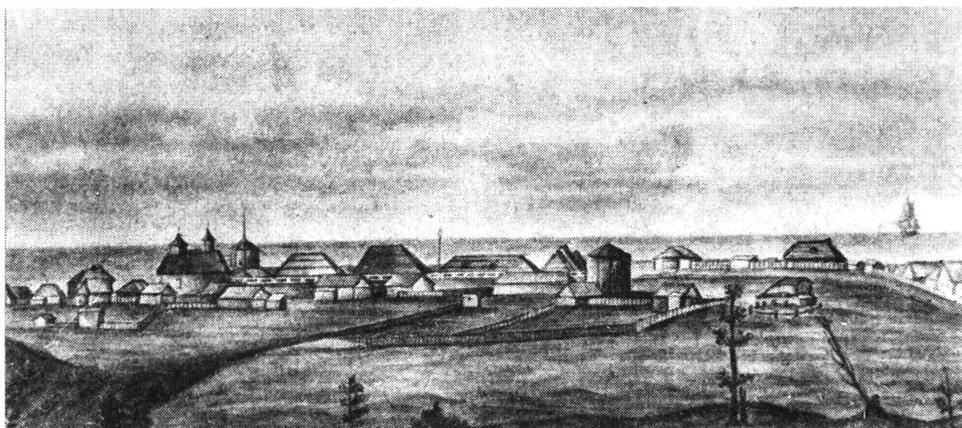
---

1799 г. “Российско-Американская компания” была взята под Высочайшее покровительство с дарованием ей привилегий на 20 лет.

К тому времени деятельностью шелиховской компании возглавил иркутский купец, уроженец Каргополя, Александр Андреевич Баранов. В течение последующих 28 лет он безвыездно и бессменно руководил компанией в Америке и на Алеутских островах. Баранов все же заложил столицу Русской Америки – город Новоархангельск. Быть может, он воплотил мечту Шелихова о Славороссии. На обратном пути из Новоархангельска в Россию, тяжело боль-

*Форт Росс в Калифорнии*

---



ной А.А. Баранов скончался 16 апреля 1819 г. и на следующий день тело его, согласно морскому обычаю, было опущено в воды Индийского океана.

В это время русские владения в Америке процветали – от Калифорнии, где был заложен **форт Росс**, и до северного побережья Аляски.

Оценки Шелихова как личности и деятеля современниками и потомками были далеко неоднозначны. Нередко говорилось о его жестокости, преследовании личных выгод. Все это в какой-то степени могло и быть, поскольку отвечало духу того времени. Но заботы о туземном населении и переселение в Америку русских, стремившихся избавиться от крепостничества, говорят о прогрессивном направлении колонизации Русской Америки.

Следует отметить, что с деятельностью Российско-Американской компании были связаны декабристы (Рылеев, Кюхельбекер, Завалишин, Романов). Дом Компании в Санкт-Петербурге одно время служил местом их встреч; иногда там происходили совещания руководителей тайного общества.

Заслуги Шелихова многогранны. К сожалению, его многочисленные инструкции и проекты, рапорты и просьбы, а главное – описания новых земель до сих пор недостаточно изучены.

Еще при Шелихове начали использовать природные богатства Аляски. “Железные руды отысканы в довольно большом количестве, – писал Баранов в одном из донесений Шелихову, – и для опыта железо сковано, а потому и открыта надежда завести железные заводы с пользой для отечества”. Позднее был разведан каменный уголь, добыча которого в пятидесятые годы XIX

в. превысила 20 тыс. пудов в месяц. Уголь шел для компанейских пароходов и вывозился в Калифорнию. В Кенайском заливе добывалась слюда, на реке Медной – медь. Колокола, отлитые из этой меди, и поныне висят в православных церквях Калифорнии. Тем временем в Новоархангельске строились парусные, а затем и паровые суда, причем решительно все, в том числе и паровая машина, изготовлялось на месте. Новоархангельск стал первым пунктом парового судостроения на всем западном побережье Америки. И некоторые из построенных в Русской Америке судов использовались американскими тихоокеанскими пароходствами до конца XIX в.

Именно россияне нанесли на карты многие десятки островов и обследовали глубинные территории американского Северо-Запада. Таким образом, российский приоритет абсолютно несомненен.

Но 130 лет назад, 18(30) марта 1867 г. был подписан договор правительством России о продаже за 7,2 млн долларов территории площадью 1 млн км<sup>2</sup>, включавшей Аляску и Алеутские острова, Северо-Американским Соединенным Штатам.

“Русская Америка”, основанная Григорием Ивановичем Шелиховым, прекратила существование. Впрочем, следы ее сохранились в географических названиях и даже в языке местных индейцев. А имя Г.И. Шелихова увековечено в названии большого города неподалеку от Иркутска, огромного залива в Охотском море и вулкана на Курилах.

*А.В. ШУМИЛОВ,  
кандидат географических наук*

## Информация

### Открыт еще один “кентавр”

В 1987 был открыт первый астероид, чья орбита пролегает между орбитами Сатурна и Урана. Он

получил название Хирон, по имени персонажа древнегреческой мифологии кентавра Хирона. Затем было открыто еще несколько на подобных орбитах. Исследования показали, что все “кентавры”, как их стали называть, по своему строению и составу ближе к кометам, чем к астероидам, обращающимся между орбитами Марса и Юпитера.

В феврале 1997 г. астроном Джим Скотти из Аризонского уни-

верситета (США) открыл новый, седьмой по счету “кентавр”, получивший предварительное обозначение C<sub>126</sub>. Б. Марсден вычислил его орбиту и установил, что она сходна с орбитами шести других. Судя по блеску, новый объект – самый большой из “кентавров” и превзошел 200-км по диаметру Хирон, ранее считавшийся самым крупным.

New Scientist, 1997, 154, 2079

### Программа “Спейс Шаттл”: хроника полетов\*

После модификации орбитальной ступени “Дискавери”, корабль совершил свой 22-й полет по программе STS-82. Старт состоялся 11 февраля 1997 г. в 8 ч 55 мин 17 с по Гринвичу с мыса Канаверал.

Программой полета предусматривалось техническое обслуживание Космического телескопа им. Э. Хаббла (КТХ). Самый крупный оптический телескоп был выведен “Дискавери” на орбиту высотой 610 км 25 апреля 1990 г. (Земля и Вселенная, 1990, № 4). Вскоре после проверки работы систем инструмента обнаружилось дефекты главного зеркала КТХ. Пришлось послать экспедицию для его ремонта. В декабре 1993 г. экипаж “Дискавери” (STS-61) за пять выходов в открытый космос установил специальную корректирующую установку COSTAR (Земля и Вселенная, 1994, № 4), устранившую погрешности “зрения” телескопа. Вторая экспедиция к КТХ астронавтов STS-82 выполнила плановую замену научных приборов и служебных систем обсерватории.

В грузовом отсеке корабля размещались: шлюзовая камера, соединенная с кабиной тоннелем, несколько контейнеров с инструментами для проведения ремонта и заменяемых блоков КТХ, платформа, на которую устанавливался ИСЗ во время проведения работ. Программой предусматривалось также выполнение 9 дополнительных заданий.

Стартовая масса транспортной системы составила 2047 т, при посадке корабль “Дискавери” весил 96,7 т, масса установочной платформы КТХ – 2 т и масса контейнеров с оборудованием – 5,6 т.

Экипаж 82-й экспедиции по программе “Спейс Шаттл” состоял из командира – капитана 2-го ранга ВМФ Кеннета Бауэрсокса (Kenneth D. Bowersox) – 4-й полет, 271-й астронавт мира, 170-й астронавт США, пилота – подполковника ВВС, доктора Скотта Хоровитца (Scott J. Horowitz) – 2-й полет, 343-й астронавт мира, 218-й астронавт США, 1-го специалиста полета – Джозефа Тэннера (Joseph R. Tanner) – 2-й полет, 318-й астронавт мира, 201-й астронавт США, 2-го специалиста полета, бортинженера – доктора Стивена Холи (Steven A. Hawley) – 4-й полет, 146-й астронавт мира, 76-й астронавт США, 3-го специалиста полета – Грегори Харбо (Gregory J. Harbaugh) – 4-й полет, 244-й астронавт мира, 151-й астронавт США, 4-го специалиста полета, руководителя работ с КТХ – полковника ВВС Марка Ли (Mark C. Lee) – 4-й полет, 215-й астронавт мира, 126-й астронавт США и 5-го специалиста полета – Стивена Смита (Steven L. Smith) – 2-й полет, 316-й астронавт мира, 200-й астронавт США.

“Дискавери” вышел на начальную орбиту с параметрами: высота 347 × 579 км, наклонение 28,47° и период обращения 93,7 мин. Через 2,5 ч после старта экипаж открыл створки грузового отсека и занялся расконсервацией оборудования.

Во второй день полета астронавты готовились к работам со

спутником – проверяли скафандры, манипулятор для захвата КТХ с орбиты и установочную платформу, готовили инструменты.

Корабль все ближе подлетал к КТХ – на третий день полета орбита его увеличилась до 583 × 595 км. Подлет к ИСЗ начался с расстояния 14 км и через 2,5 ч “охоты” “Дискавери” сумел захватить его – это произошло 13 февраля в 8 ч 34 мин по Гринвичу. КТХ был медленно опущен на платформу в грузовом отсеке. В отличие от предыдущей миссии, панели солнечных батарей КТХ не складывались, чтобы их не повредить. Состояние телескопа (при внешнем обследовании) после 7 лет эксплуатации оказалось отличным.

Во время первого выхода в открытый космос 14 февраля М. Ли и С. Смит выполнили основную задачу полета: сняли старые и установили новые научные приборы – два спектрографа (длиной по 2,2 м и массой более 300 кг каждый), позволяющие обнаруживать протопланетные диски вокруг молодых звезд, районы звездообразования и изучать динамические процессы в ядрах галактик. Операция продолжалась 6 ч 42 мин.

Второй выход начался досрочно, на следующий день астронавты заменили несколько технических систем КТХ, например, датчиков точного наведения и гидрирования для проведения более высококачественной съемки сверхслабых объектов. Г. Харбо и Д. Тэннер выполнили сложную программу за 7 ч 27 мин. В конце дня корабль совершил незапланированный маневр, чтобы уклониться от опасного сближения с пролетающим по-

\* Продолжение. Начало см.: 1993, №№ 2–3; 1994, № 5; 1995, №№ 2, 4, 5; 1996, №№ 1, 3, 6; 1997, № 4.

*Экипаж STS-82 в кабине корабля, слева направо: С. Хоровитц, С. Смит, Т. Харбо, К. Бауэрсокс, М. Ли, Д. Тэннер и С. Холи*

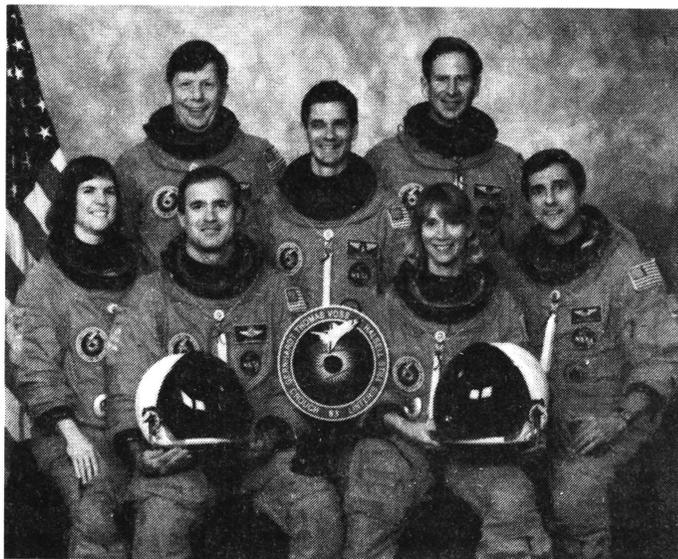
близости обломком ступени ракеты "Pegasus". Высота орбиты стала  $592 \times 600$  км.

15 февраля астронавты М. Ли и С. Смит совершили третий выход – заменили неисправный блок в компьютере, установили новое запоминающее устройство (объемом памяти в 10 раз большим прежнего) и другие блоки аппаратуры. Работа по ремонту КТХ продолжалась 7 ч 11 мин. Пилоты корабля в этот день увеличили высоту полета до  $594 \times 609$  км (период обращения увеличился до 96,6 мин).

В пятый день полета Г. Харбо и Д. Тэннер работали с КТХ в течение 6 ч 34 мин: сменили блок электроники управления солнечными батареями и защитные крышки магнитометров. При осмотре телескопа астронавты заметили во многих местах повреждения защитного "одеяла" – экрановакуумной теплоизоляции (ЭВТИ). Во время четвертого выхода астронавты залатали части космического аппарата кусками ЭВТИ. Члены экипажа на средней палубе кабины корабля шили дополнительные "одеяла" из ЭВТИ для последней операции ремонта КА.

При пятом (незапланированном) выходе в открытый космос М. Ли и С. Смит за 5 ч 17 мин смогли прикрыть самодельными заплатками из ЭВТИ три отсека оборудования ИСЗ, а также убрались в грузовом отсеке. Во время проведения этих работ "Дискавери" вместе с КТХ выполнил еще один маневр: высота орбиты стала рекордной для полета кораблей типа "Спейс Шаттл" –  $594 \times 620$  км.

Во время девятого дня полета экипаж провел тестирование работоспособности систем КТХ и после этого, захватив спутник манипулятором с платформы, отравили



его в свободный полет на повышенной орбите. Успешно завершив миссию, астронавты поделились впечатлениями с репортерами на нескольких бортовых пресс-конференциях. При подготовке к приземлению была выполнена коррекция орбиты и "Дискавери" стал удаляться от КТХ. Корабль приземлился 21 февраля 1997 г. в 8 ч 32 мин 26 с по Гринвичу (на 150-м витке) на посадочный комплекс Космического центра им. Д. Кеннеди. Длительность полета составила 9 сут 23 ч 37 мин 09 с.

Третья экспедиция к КТХ планируется на декабрь 1999 г. (программа STS-103). Экипажу корабля "Колумбия" предстоит поднять высоту орбиты телескопа до 700 км, заменить солнечные батареи, некоторые научные приборы и установить новый компьютер, аккумуляторы, систему наведения и гидрирования, а также укрыть корпус спутника тепловой защитой, так как она быстро деградирует. Предполагается, что эксплуатация КТХ продлится до 2005 г.

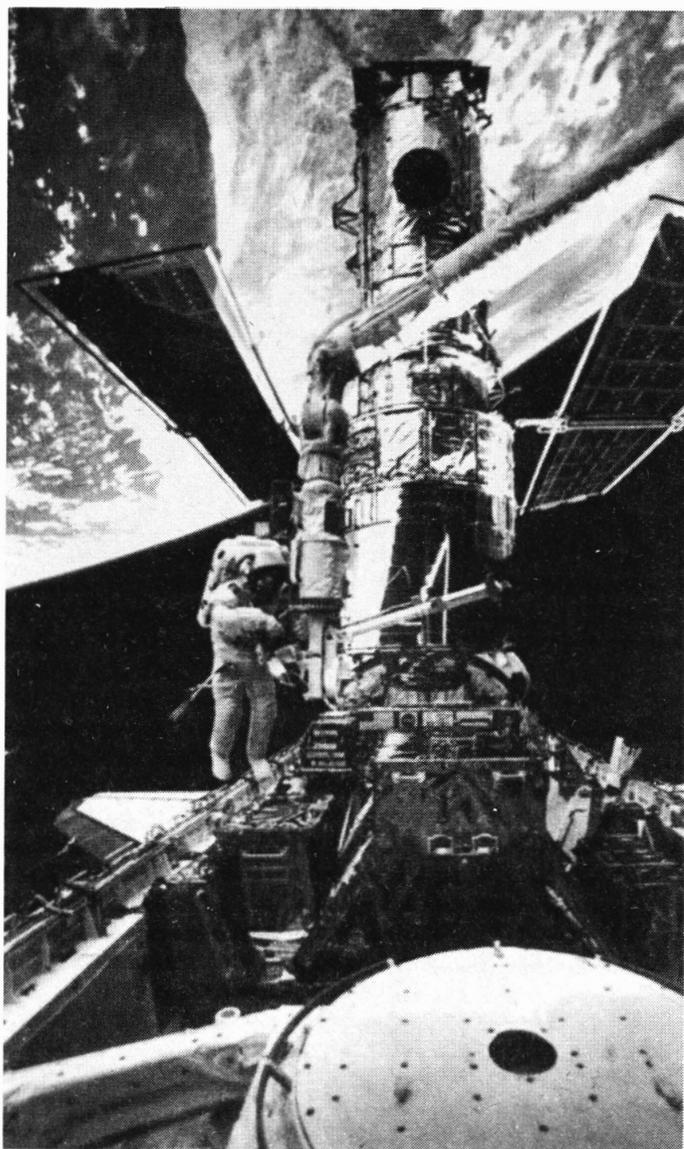
22-й полет орбитального корабля "Колумбия" начался 4 апреля 1997 г. в 19 ч 20 мин 32 с по Гринвичу. "Колумбия" вышла на рабочую орбиту высотой

$298 \times 307$  км, наклонением  $28,47^\circ$  и периодом обращения 90,4 мин.

Программа STS-83 включала 19 экспериментов по материаловедению и комплекс из 33 экспериментов изучения действия невесомости на поведение металлов, жидкостей и других веществ в измененных физических условиях, в том числе процессов горения. Эксперименты подготовлены учеными NASA и ESA, Бразилии, Германии, Канады и Японии.

Запланированные работы выполнялись в лабораторном модуле "Spacelab", соединенном со шлюзовой камерой длинным переходным тоннелем. Модуль MSL-1 (научная лаборатория микрогравитации) снабдили различными технологическими установками для экспериментов. В грузовом отсеке корабля располагались дополнительная аппаратура и системы, обеспечивающие длительный полет (экспедиция планировалась на 16 сут).

Масса МТКК "Колумбия" составляла 2051,5 т, посадочная масса орбитального корабля – 107,8 т (самый тяжелый КК за всю историю пилотируемых полетов), общая масса лабораторного модуля "Spacelab" (MSL-1) и научных приборов – 10,7 т.



*Во время ремонта Космического телескопа им. Э. Хаббла. На переднем плане – шлюзовая камера “Дискавери”*

(Roger K. Crouch) – 1-й полет, 356-й астронавт мира, 223-й астронавт США и 2-й специалист по полезной нагрузке – доктор Грегори Линтерис (Gregory T. Linteris) – 1-й полет, 357-й астронавт мира, 224-й астронавт США.

В первый день полета экипаж занимался расконсервацией научного оборудования и приступил к выполнению экспериментов. Но 5 апреля обнаружилась неисправность одной из трех батарей топливных элементов, вырабатывающих электроэнергию и питьевую воду. Руководители программы срочно пересмотрели график, чтобы в случае досрочной посадки можно было выполнить хотя бы самые приоритетные исследования. Астронавты попытались устранить неисправность в блоке. На третьи сутки ситуация с энергоустановкой несколько стабилизировалась. На совещании группы управления полетом 6 апреля было принято решение о досрочном прекращении экспедиции, чтобы не подвергать риску экипаж. В истории полетов “шаттлов” это всего третий случай сокращения полета из-за технической неисправности. Однако экипаж продолжил выполнение нескольких экспериментов.

7 апреля астронавты готовились к досрочной посадке. Пришлось отключить почти все освещение в корабле. Обнаружились и другие более мелкие неисправности. В конце дня выключили большую часть аппаратуры, чтобы было достаточно энергии на два заключительных эксперимента по материаловедению. В общей сложности экипажу удалось выполнить около 15% от запланированных экспериментов.

На корабле “Колумбия” стартовал экипаж: командир – полковник ВВС Джеймс Халселл-мл. (James D. Halsell, Jr.) – 3-й полет, 310-й астронавт мира, 195-й астронавт США, пилот – капитан 3-го ранга ВМФ Сьюзен Стилл (Susan L. Still) – 1-й полет, 355-й астронавт мира, 222-й астронавт США, 1-й специалист полета, руководитель работ с полезной нагрузкой – доктор Дженис Восс (Janice E.

Voss) – 3-й полет, 295-й астронавт мира, 185-й астронавт США, 2-й специалист полета, бортинженер – доктор Майкл Гернхардт (Michael L. Gernhardt) – 2-й полет, 331-й астронавт мира, 209-й астронавт США, 3-й специалист полета – доктор Дональд Томас (Donald A. Thomas) – 3-й полет, 312-й астронавт мира, 197-й астронавт США, 1-й специалист по полезной нагрузке – доктор Роджер Крауч

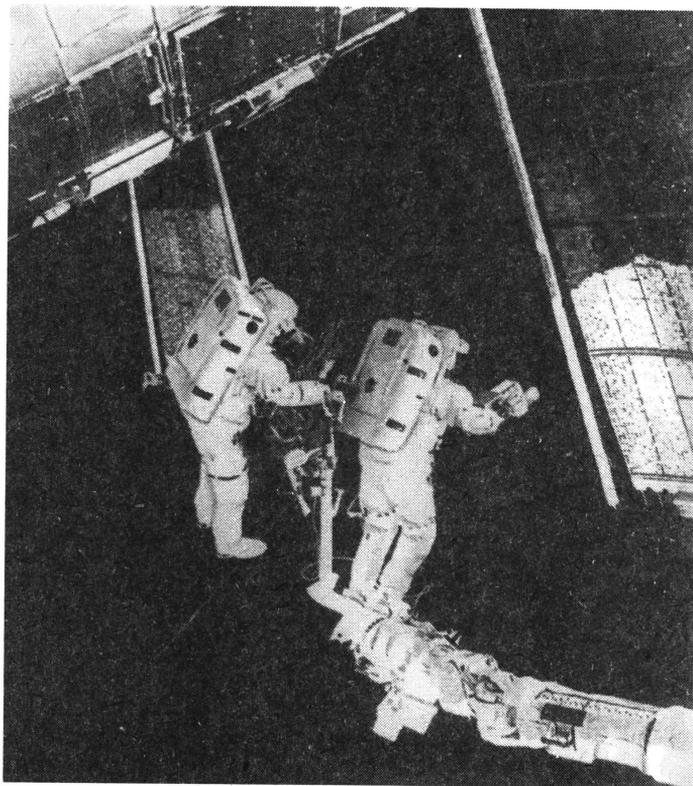
*Астронавты Д. Тэннер и Г. Харбо около солнечных панелей телескопа*

В заключительный день астронавты законсервировали модуль "Spacelab" и готовились к посадке. Приземление "Колумбии" состоялось 8 апреля 1997 г. в 18 ч 33 мин 11 с по Гринвичу на посадочный комплекс Космического центра им. Д. Кеннеди. Полет продолжался 3 сут 23 ч 12 мин 39 с. Причины отказа одной из важных энергетических систем в полете STS-83 однозначно определить так и не удалось.

Вскоре после окончания миссии STS-83 руководство решило повторить полет. Так как возникла пауза из-за переноса на 1998 г. запуска корабля "Индевор" по программе STS-88 в рамках создания Международной космической станции, а старт "Дискавери" (STS-85) в свою очередь безболезненно отсрочили до 7 августа 1997 г. Сыграла роль низкая стоимость повторного полета и необходимость выполнения всего комплекса экспериментов. Такая же программа получила новое обозначение STS-94 – это первый в истории эксплуатации кораблей "Спейс Шаттл" повторный полет с тем же составом экипажа, прежними полезной нагрузкой и заданием.

"Колумбия" с 7-ю астронавтами на борту начала свой полет 1 июля 1997 г. в 18 ч 02 мин со стартового комплекса во Флориде. После маневра корабль перешел на рабочую орбиту высотой 297 × 303 км, наклонением 28,47° и периодом 90,4 мин.

В идеологию миссии заложен принцип перехода от коротких на-



учных полетов к длительным экспедициям, планирующимся на Международной космической станции. В программе STS-94 в 15-й раз

использовался герметичный лабораторный модуль "Спейслэб" (начиная с 1983 г.), а последний его полет намечен на 1998 г. (STS-90).

На старте масса многоразовой космической системы составляла

*Экипаж "Колумбии" (STS-83 и -94), слева направо: Д. Восс, Д. Халселл, С. Стилл и Д. Томас (стоят), Р. Крауч, Г. Линтерис и М. Гернхардт (сидят)*





2051,8 т, при посадке “Колумбия” весила 104,5 т, масса лаборатории MSL-1 – 10,6 т.

Кроме основных экспериментов, астронавты выполнили еще 10 дополнительных заданий, а также провели серию сеансов радиолобительской связи. За 15 сут 16 ч 44 мин 34 с полета экипаж вдвое перевыполнил программу. Проведено 206 опытов и 17 циклов по исследованию горения различных веществ, более 100 экспериментов по изучению физических свойств образцов металлов, сплавов и жидкостей, 120 плавок полупроводниковых кристаллов и металлов и около 100 экспериментов по биотехнологии – создание сверхчистых лекарств, изучение кристаллов протеинов и новых медицинских препаратов.

Посадка “Колумбии” прошла 17 июля 1997 г. в 10 ч 46 мин 34 с по Гринвичу. Повторный полет выполнен на удивление успешно.

В промежутке между экспеди-

циями кораблей “Колумбия” и “Дискавери” прошла экспедиция “Атлантиса” к российскому орбитальному комплексу “Мир”. Она началась 15 мая 1997 г. в 8 ч 07 мин 48 с по Гринвичу с космодрома на мысе Канаверал. Через час после запуска корабль вышел на начальную орбиту ИСЗ (высота – 158,5 × 297,5 км, наклонение – 51,65° и период обращения – 88,9 мин).

Главная цель полета по программе STS-84 – совместная работа с экипажем ОК “Мир”. Поэтому в грузовом отсеке размещался стыковочный модуль ODS, соединенный с кабиной тоннелем, значительное место занимал двойной лабораторный коммерческий модуль “Spacehab DM”, используемый для доставки и возвращения грузов для станции “Мир”. В “Спейсхэбе” (общая масса грузов – 2,2 т) находились: американское научное оборудование, вода, новый генератор кислорода “Элек-

*На борту станции “Мир” экипажи STS-84 и 23-й основной экспедиции, слева направо: Д. Линенджер, В. Циблиев, Ч. Преркерт, А. Лазуткин и М. Фоул (первый ряд), Э. Лу, А. Коллинз, Ж.-Ф. Клервуа, Е. Кондакова и К. Норьега (второй ряд)*

трон”, устанавливаемый в модуле “Квант” и материалы для ремонта магистралей системы терморегулирования в базовом блоке “Мира”. В нем помещалась разработанная в ESA установка для проведения 10 биологических экспериментов (например, исследовались головастики, мальки рыб, насекомые, бактерии) и оборудование изучения затвердевания жидких веществ.

По российско-американской программе выполнены эксперименты в области космической биологии и медицины, биотехнологии,



*Д. Линенджер (справа) передает смену М. Фоулу на ОК "Мир"*

материаловедения, испытания конструкции корабля и изучения динамических свойств среды обитания. В ходе полета проверена новая аппаратура системы стыковки, подготовленная специалистами ESA. В программу STS-84 также включены 15 дополнительных заданий в рамках подготовки к созданию Международной космической станции.

Стартовая масса "Атлантика" составила 2046,7 т, при посадке корабль весил 100,3 т, модуль "Спейсхэб" весил 4,2 т, стыковочная система ODS – 1,8 т, другое оборудование – около 1 т.

Международный экипаж состоял из 7 astronauts: командира – полковника ВВС США Чарльза Прекурта (Charles J. Precourt) – 3-й полет, 289-й astronaut мира, 81-й astronaut США, пилота – подполковника ВВС США Айлин Коллинз (Eileen M. Collins) – 2-й полет, 321-й astronaut мира, 203-й astronaut США, 1-го специалиста полета, руководителя работ с полезной нагрузкой (борт-инженера) – Жан-Франсуа Клервуа (Jean-Francois Clervoy) – 2-й полет, 319-й astronaut мира, 4-й astronaut ESA, 2-го специалиста полета – майора Корпуса морской пехоты США Карлоса Норьеги (Carlos I. Noriega) – 1-й полет, 358-й astronaut мира, 225-й astronaut США, 3-го специалиста полета – доктора Эдварда Лу (Edward T. Lu) – 1-й полет,

359-й astronaut мира, 226-й astronaut США, 4-го специалиста полета – Елены Владимировны Кондаковой (2-й полет, 317-й astronaut мира, 80-й космонавт СССР (РФ) и 5-го специалиста полета, бортинженера-2 – доктора Майкла Фоула (Michael Foale) – 4-й полет, 268-й astronaut мира, 168-й astronaut США.

В первые два дня полета экипаж занимался расконсервацией научного оборудования, подготовкой к стыковке с комплексом "Мир" и совместной работе. 6-я стыковка с ОК "Мир" корабля "Атлантика" произошла 17 мая 1997 г. в 2 ч 33 мин 20 с по Гринвичу на орбите высотой 377,8 × 398 км (период обращения – 92,18 мин). Через 2 ч были открыты люки и после поздравлений и ритуала встречи, экипажи приступили к выполнению программы экспериментов. С опережением графика прошли погрузочно-разгрузочные работы – на станцию перенесено 1755 кг грузов, а на "Шаттл" – 1139 кг оборудования и результаты экспериментов.

21 мая состоялась бортовая международная пресс-конференция с журналистами, находившимися в хьюстонском (NASA), дармштадтском (ESA) и подмосковном (РКА) Центрах управления полетами. После завершения совместной работы люки между "Атлантикой" и "Миром" были закрыты в 12 ч 43 мин, а

расстыковка произведена 22 мая в 1 ч 04 мин по Гринвичу. На борту ОК "Мир" остался работать с российскими космонавтами В. Циблиевым и А. Лазуткиным в качестве второго бортинженера 23-й и 24-й экспедиций американский astronaut М. Фоул, сменивший Д. Линенджера.

19-й полет корабля "Атлантика" завершился 24 мая 1997 г. в 13 ч 27 мин 44 с по Гринвичу на посадочной полосе во Флориде. Длительность полета составила 9 сут 05 ч 19 мин 56 с. Экспедиция Джерри Линенджера, стартовавшего по программе STS-81, стала рекордной для американских astronautов-мужчин – 132 сут 04 ч 21 с.

Старт МТКК "Дискавери" с международным экипажем на борту состоялся 7 августа 1997 г. в 14 ч 41 мин по Гринвичу. Программой STS-85 предусмотрен автономный полет возвращаемого спутника для изучения структуры атмосферы и испытание прототипа манипулятора, который предполагается использовать при строительстве Международной космической станции (на японском модуле).

В грузовом отсеке корабля размещались: платформа с исследовательским спутником "CRISTA-SPAS" массой около 5 т, японский манипулятор массой 1647 кг и два комплекта контейнеров с 11 научными приборами общей массой 4 т. Стартовая масса всей космической системы составила 2046,8 т, а посадочная масса "Дискавери" – 98,8 т.

В состав экипажа STS-85 вошли: командир – полковник ВВС США Куртис Браун-мл. (Curtis L. Brown, Jr.) – 4-й полет, 279-й astronaut мира, 174-й astronaut США, пилот – капитан 2-го ранга ВМФ США Кент Роминджер (Kent V. Rominger) – 3-й полет, 332-й astronaut мира, 210-й astronaut США, 1-й специалист полета, руководитель работ с полезной

*Экипаж "Дискавери" (STS-85). Слева направо: Р. Карбим, К. Роминджер, С. Робинсон, Д. Дэвис, К. Браун и Б. Триггвасон*

нагрузкой – доктор Джен Дэвис (Jan N. Davis) – 3-й полет, 280-й астронавт мира, 175-й астронавт США, 2-й специалист полета – капитан 3-го ранга ВМФ США Роберт Карбим-мл. (Robert L. Curbeam, Jr.) – 1-й полет, 260-й астронавт мира, 227-й астронавт США, 3-й специалист полета – доктор Стефен Робинсон (Stephen K. Robinson) – 1-й полет, 261-й астронавт мира, 228-й астронавт США и специалист по полезной нагрузке – доктор Бьярни Триггвасон (Bjarni V. Triggvason) – 1-й полет, 262-й астронавт мира, 6-й астронавт Канады.

После нескольких маневров корабль вышел на рабочую орбиту высотой 296 × 310 км, наклонением – 57° и периодом обращения – 90,4 мин. Это по времени совпало с другим событием – стыковкой КК "Союз ТМ-26" со станцией "Мир". В первый день при помощи 15-метрового манипулятора выведен в свободный полет ИСЗ. Спутник "CRISTA-SPAS" разработан Германским космическим агентством DARA и используется второй раз. КА несет аппаратуру для спектрометрических измерений ИК-излучения слоев земной атмосферы – три телескопа и четыре спектрометра. В программе изучения атмосферного озона и малых примесей участвовали специалисты из 15 стран. "CRISTA-SPAS" находится в автономном полете 9 сут на расстоянии 45–80 км от корабля. Получены более 15 млн спектров и 60 тыс. вертикальных профилей, что позволит составить трехмерную глобальную картину распределения и

*Исследовательский спутник "CRISTA-SPAS" извлекается из грузового отсека "рукой" манипулятора*



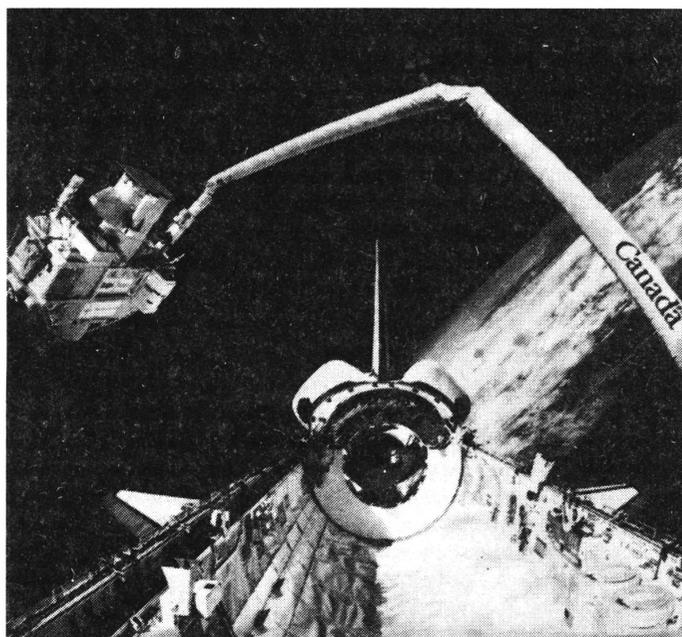
динамики озона и химических веществ в атмосфере.

В течение полета отрабатывался прототип японского манипулятора длиной 1,5 м. Проведены 24 технологических и медико-биологических эксперимента. Выполнен комплекс астрономических наблюдений в ИК- и УФ-диапазонах, в частности, получено свыше 100 тыс. уникальных телевизионных изображений кометы Хейла–Боппа.

Миссия "Дискавери" завершилась 19 августа 1997 г. в 11 ч 07 мин 59 с на посадочной площадке во Флориде. 86-й полет по программе "Спейс Шаттл" продолжился 11 сут 20 ч 26 мин 59 с.

(По материалам NASA и журналов "Space flight", "Raumfahrt Journal", "Space Shuttle News" и "Новости космонавтики")

*С.А. ГЕРАСЬЮТИН*



### Обычная магнитная буря

6 января 1997 г. искусственный спутник Земли "SOHO" зарегистрировал появление в солнечной короне гигантского газового "пузыря". Это событие совпало с семинаром специалистов по солнечно-земным связям, проводившимся в Центре космических полетов им. Годдарда в Гринбелте, США. Изучив полученную информацию, ученые пришли к выводу, что через четыре дня Земля окажется на пути мощного потока испущенных Солнцем заряженных частиц.

Прогноз оказался верным. 10 января приборы SOHO, находившегося на расстоянии в 1 млн км от Земли, зафиксировали уве-

личение скорости солнечного ветра с 350 до 430 км/с. Вскоре приборы спутника "Wind", чья орбита проходит ближе к Земле, отметили резкое возрастание интенсивности потока солнечных частиц. Оценивают, что в этот раз Солнце выбросило в космос миллиарды тонн вещества.

Это событие не такое уж необычное. Его можно считать предвестником многих ему подобных, что будут происходить на Солнце по мере приближения солнечной активности к максимуму, ожидаемому около 2000 г. Примечательно, что Земля оказалась на пути "облака" частиц, выброшенного Солнцем. С помощью целого флота ИСЗ удалось проследить всю череду событий.

Под нажимом извне обращенная к Солнцу сторона земной магнитосферы, которая обычно находится на расстоянии около 64 000 км, прогнулась примерно на 20%, а ее граница начала колебаться, подобно колоколу. Спут-

ники "Geotail" и "Interball" стали пересекать ее.

Приборы спутника "SAMPEX" зарегистрировали резкое увеличение интенсивности быстрых электронов, с энергиями более 1 Мэв, на высоте в 600 км от Земли. Это почти в 10000 раз превосходит их обычную энергию в радиационных поясах Земли. Такая аномалия продлилась неделю.

12 января наиболее плотная часть облака, его "хвост", прошел через магнитосферу Земли. Общее количество энергии, выделявшейся при полярных сияниях в это время, достигало 1400 Гигаватт ( $1,4 \times 10^{12}$  Вт), что почти вдвое превышает мощность всех электростанций США.

И хотя было отмечено много нарушений радиосвязи, в том числе и со спутниками, эта магнитная буря относится к числу средних по интенсивности.

Science News, 1997, 151, 68

### Символические знаки инопланетян?

В конце 70-х гг. фермеры в южной Англии стали замечать, что по утрам их пшеничное поле иной раз выглядит необычно. Полегшие растения образовывали огромные окружности и правильные геометрические фигуры. Каким образом ночью возникали эти очертания, до сих пор остается тайной.

Однако работавший в Бостонском университете астроном Джеральд С. Хоккинс обнаружил, что некоторые из загадочных чертежей наглядно иллюстрируют геометрические теоремы, выражающие те или иные соотношения между измерениями различных окружностей, треугольников и иных фигур. Например, в равносторонний треугольник аккуратнейшим образом вписана окружность, на-

ходящаяся в другой окружности, причем площадь внешней окружности в четыре раза превышает площадь внутренней. Еще у трех изображений также наблюдаются точные величины, относящиеся к музыкальному понятию – диатонические гаммы.

Продолжая анализ, Дж. Хоккинс отметил, что четыре теоремы, выводимые из соотношений площадей, содержащихся в этих схемах, могут быть доказаны на основе евклидовой геометрии. Он также обнаружил существование пятой, более общей теоремы, описывающей свойства концентрических окружностей, касающихся сторон треугольника, по мере изменения формы. В результате возникает новая "разновидность" геометрии.

Никаких ссылок на подобную теорему ни в трудах Евклида, ни в других математических работах Дж. Хоккинс не нашел. Он обратил-

ся к читателям научных и научно-популярных журналов с предложением решить новую теорему, но никому это не удалось. Минувшим летом неизвестные авторы "пшеничной геометрии" снова проявили свои знания, предложив решение загадочной теоремы.

Чьих бы рук (щупалец?) это дело ни было бы, оно говорит о завидных познаниях в математике. Можно отметить поразительную способность проникать незамеченным на посевы, придавать растениям крутой наклон, не повреждая их стебли, и выводить на поверхности засеянного поля точные и сложные изображения, очевидно, не пользуясь ничем более сложным, чем простой колышек и веревка – причем все это в полной темноте. Такое не под силу простому шутнику или мистификатору.

Science News, 1996, 150, 239

## Почему же все-таки молчит космос?

Вопрос, вынесенный в заглавие, является едва ли не основным для всей проблемы SETI. В литературе по SETI проблема получила название Астросоциологического парадокса (АСП), частными случаями которого являются и "проблема космического чуда", и "парадокс Ферми". Чтобы в очередной раз обсудить этот вопрос, вновь обратимся к классической формуле Дрейка:  $n = NP_1P_2P_3P_4 t/T$ , где  $n$  – число внеземных цивилизаций (ВЦ) на  $t$ -уровне технологического развития в Галактике,  $N$  – число звезд в Галактике,  $P_1$  – вероятность существования планетной системы у звезды,  $P_2$  – вероятность зарождения жизни на планете,  $P_3$  – вероятность достижения жизнью разумной стадии,  $P_4$  – вероятность выбора тех-

нологического пути развития цивилизации,  $t$  – временная шкала технологического развития,  $T$  – возраст Галактики.

Попробуем выполнить очередную оценку величины сомножителей на основе экстраполяции наших знаний о земной цивилизации на гипотетические внеземные цивилизации. Это единственный подход, использующий экспериментальные факты.

В Солнечной системе из множества крупных и малых планет, судя по всему, населена только Земля. Возможное существование простейшей жизни на Марсе и некоторых спутниках планет-гигантов несущественно изменяет оценку доли населенных небесных тел.

По-видимому, на многих планетах у других звезд появление жизни затруднено (из-за переменности звезды, особенностей радиационного и теплового режима, специфического состава или отсутствия атмосферы, и т.д.). Проблематичной выглядит существование жизни на юпитероподоб-

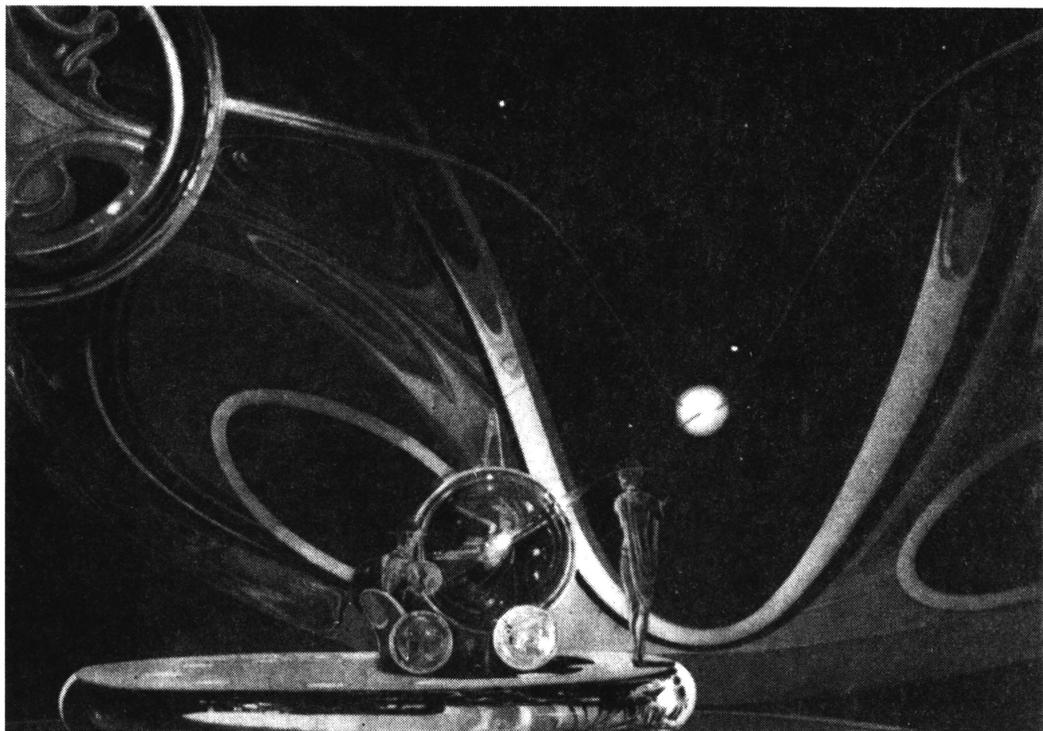
ных планетах. Вполне правдоподобной представляется гипотеза Л.С. Марочника и Л.М. Мухина о "Поясе жизни" в Галактике.

Поэтому, если сомножитель  $P_1$ , в соответствии с результатами наблюдений Космического телескопа имени Хаббла, может оказаться не таким уж малым – возможно, более 0,1 – то величина  $P_2$ , скорее всего, все же невелика и вряд ли превышает 0,01, что выглядит чрезмерно оптимистичным верхним пределом.

Обычно подразумевается, что эволюция жизни неизбежно должна привести к зарождению разума. Однако на этом пути есть ряд сложностей, способные значительно уменьшить величину параметра  $P_3$ .

**Космические катастрофы.** Считалось, что физические условия на планетах если и меняются со временем, то незначительно, не препятствуя возникшей жизни успешно развиваться. Однако пример радикальных изменений климата Марса,

\* Детальное обсуждение АСП содержится в статье Л.М. Гиндилиса "Астросоциологический парадокс в проблеме SETI" // *Астрономия и современная картина мира*. М.: ИФРАН, 1996, с. 203-231 (Земля и Вселенная, 1997, № 2).



явно не способствующих благополучному развитию жизни, нет оснований считать уникальным. Кроме того, неизбежные катастрофические изменения радиационной обстановки, когда планетная система оказывается в окрестностях взрывов Сверхновых, как указывают Л.С. Марочник и Л.М. Мухин, могут превратить эволюцию жизни.

К катастрофам следует отнести и космические столкновения. Согласно самым оптимистичным оценкам столкновения Земли с крупными астероидами и кометами происходят раз в 50 млн лет. События, разыгравшиеся на Юпитере летом 1994 г., показали, что, по-видимому, это не столь уж редкие явления. Если вспом-

нить о столкновении с Землей астероида 65 млн лет назад (кратер Чиксулуб) – становится ясным, что появление разумной жизни на Земле зависело от случайности! Если бы масса астероида была несколько больше, можно предположить, что земная фауна вполне могла погибнуть. А если бы динозавры на планете после этой катастрофы сохранились бы, какие шансы были у млекопитающих, в том числе у наших обезьяноподобных предков, выжить под мощным экологическим давлением со стороны ящеров и обрести разум?

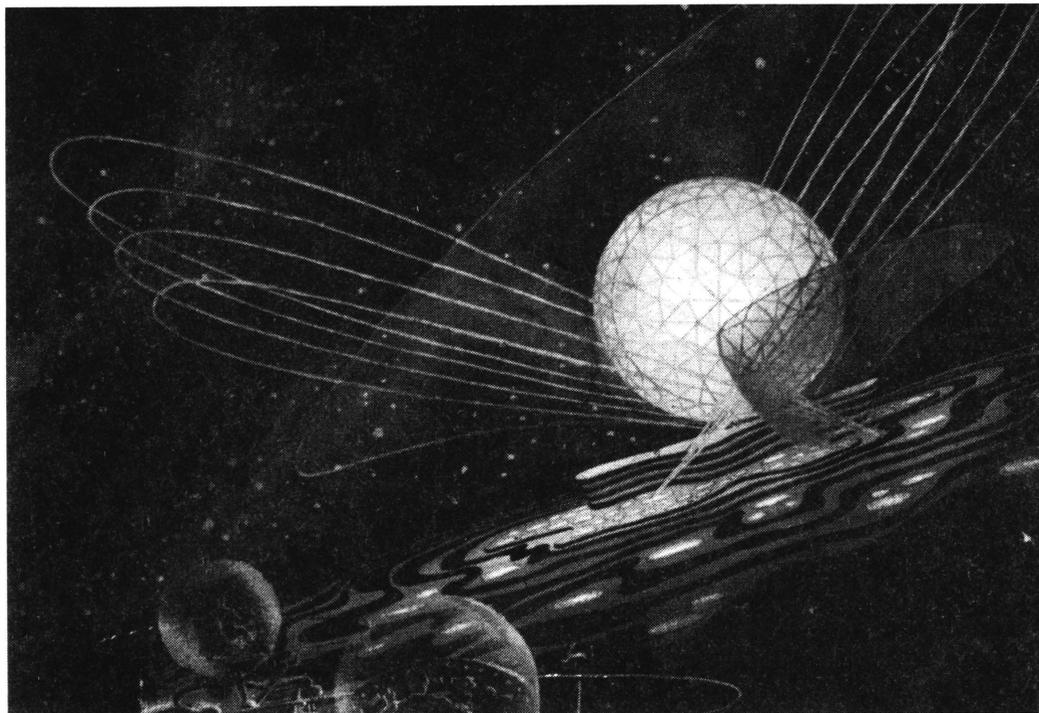
Понятно, что если судьба земной цивилизации по сути зависела только от массы астероида, которая вполне могла

*“Пост управления звездолетом”  
(художник Ю. Швец)*

---

оказаться гораздо большей – то вероятность благополучного исхода может быть оценена как весьма небольшая. По-видимому нам крупно повезло. В связи с этим может быть задан вопрос: нельзя ли рассматривать космические столкновения как “точечную” регулировку развития биосферы, выполненную Сверхцивилизацией?

Факт существования множества близких родственных ветвей, по которым шло **развитие человека** (обезьяны, питекантропы, австралопитеки, различные homo), говорит о том, что появление



разума отнюдь не обязательно. Выдвигались разные причины – от вмешательства Создателя (А. Мень) до воздействия психотропных природных веществ (Т. Маккенна), но данные версии используют во многом маловероятные либо вообще сверхъестественные факторы. Пока нам не известен закономерный путь, приводящий к появлению разума. Не исключено, что переход к разуму есть крайне редкий скачкообразный процесс. По-видимому, И.С. Шкловский был прав, когда утверждал, что этот переход может оказаться зависящим от неуловимых факторов и его продолжительность может варьировать в самых широких пределах.

Приведенные сообра-

жения позволяют считать, что параметр  $P_3$  должен быть значительно меньше единицы. Весьма вероятно, что мы еще столкнемся многократно с “марсианской” ситуацией – примитивная жизнь за миллиарды лет либо осталась таковой, либо погибла.

Обычно подразумевается, что ВЦ неизбежно проходят через технологическую стадию развития и способны явить “космическое чудо” (КЧ), – наблюдаемые феномены, отождествляемые с деятельностью ВЦ.

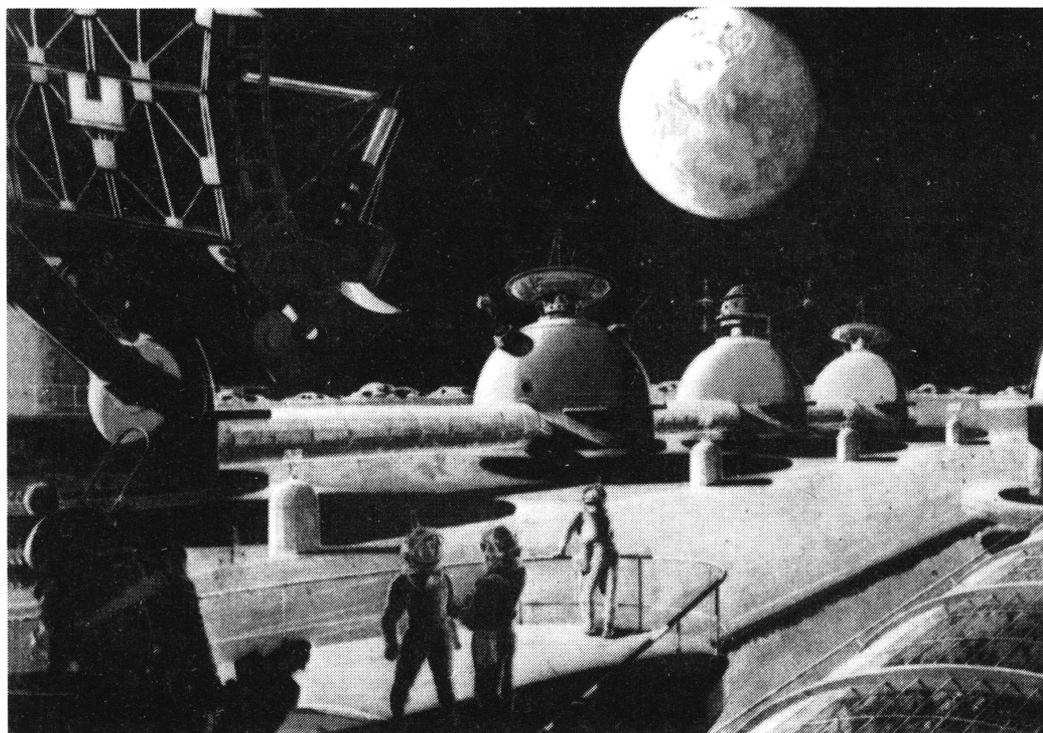
Как это ни парадоксально, но именно земной опыт указывает на возможность **нетехнологического пути развития ВЦ**. Достаточно вспомнить множество локальных земных культур прошлого и настоящего,

*“На планете внеземной цивилизации” (художник А. Соколов)*

для которых характерен первобытный (по определению Леви-Брюля) тип мышления, и следовательно, невозможны наука и технология.

Факт существования этих культур на протяжении промежутков времени, сопоставимых с их возрастом, без тенденций к технологическому прогрессу означает, что и такой способ существования разума возможен. Очевидно, что подобные культуры в принципе не способны создать КЧ.

В большинстве гипотез постулируется, что главная цель Разума, – познание Вселенной. В.М. Липунов (Земля и Вселен-



ная, 1995, № 1) даже считает, что исчерпание во Вселенной объектов для исследования может стать причиной гибели цивилизации “от скуки”.

На наш взгляд, опыт земной цивилизации говорит скорее об обратном. Трудно избавиться от впечатления, что основная задача разума заключается в удовлетворении растущих потребностей (цивилизации). При этом познание мира скорее всего не главная потребность. Так, основными потребностями человека, как и тысячелетия назад, остаются пища, любовь, комфорт, общение, творческое и нетворческое самовыражение и т.д. Похоже, что комплекс

потребностей человека не меняется тысячами, несмотря на изменения в образе жизни!

Подавляющее большинство населения обходится без систематизированного научного знания. Совершенно невостребованными в массовом сознании остаются квантовая механика, теория относительности, современные космологические идеи, успешно заменяемые продукцией массовой культуры и мифотворчеством. Большая часть землян до сих пор уверена в справедливости стационарной картины мира по Ньютону, полагая, что последняя представляет собой вершину научного познания. Для многих же и она

*“Луна. Океан Бурь. Проспект имени Гагарина” (художник Ю. Швец)*

остается неизвестной. Количество профессиональных астрономов на планете – показатель, косвенно отражающий заинтересованность цивилизации в исследовании макромиира – не превышает 0,00017% от всего населения Земли. Занимается творческим исследованием окружающего мира весьма незначительное количество пассионариев (термин Л.Н. Гумилева), устремленных к раскрытиям тайн Вселенной. Многих людей вопрос об устройстве мира просто не интересует!..

## Возможные причины молчания космоса

№ п/п	Идея	Автор	Год
1.	<b>Цивилизаций в космосе нет</b>		
	– мы одиноки во Вселенной, либо, как минимум, в Галактике	Г. Харт, И.С. Шкловский	1981
	– разум – тупиковая ветвь развития материи	И.С. Шкловский	1983
	– ВЦ самоуничтожаются, не успев создать КЧ	В.С. Троицкий	1981
	– ВЦ гибнут из-за истощения функций разума по познанию Вселенной	В.М. Липунов	1995
2.	<b>Цивилизации в космосе есть, но их очень мало</b>		
	– жизнь очень редка (требуются маловероятные специфические условия)	В.С. Троицкий	1971
	– жизнь возникает только в особых областях галактик	Л.С. Марочник, Л.М. Мухин	1981
	– жизнь возникает неоднократно во всей Метагалактике на определенном этапе	Л.В. Лесков, В.С. Троицкий	1985
	Все ВЦ ровесники земной, и пока неспособны на связь и производство КЧ		
3.	<b>Цивилизации в космосе есть, но они себя не обнаруживают</b>		
	– для посылки сигналов нужны чрезмерно большие энергозатраты, разрушающие среду обитания	В.С. Троицкий	1981
	– ВЦ используют для связи неизвестные нам принципы, поэтому сигналы не обнаруживаются	Л.М. Гиндилис, В.Н. Комаров	1981
	– сигналы не передаются из-за низкой эффективности межзвездной связи	А.Д. Урсул	1986
	– ВЦ не посылают сигналы из-за специфических ценностных приоритетов и этических соображений	К.К. Ребане	1980
	– ВЦ скрываются (эффект "космической мимикрии")	И.С. Шкловский	1976
	– земная цивилизация – изолированный заповедник	К.Э. Циолковский	1934
4.	<b>Цивилизации не скрываются, просто мы не умеем их опознавать</b>		
	– наблюдательных данных мало, надо искать дальше	В.С. Троицкий, Л.М. Гиндилис, Н.С. Кардашев, Дж. Тартер, Д. Шварцман	1986
	– мала чувствительность наших приемных средств	Д. Шварцман	1977
	– сигналы давно регистрируются, но мы не умеем их опознавать	Д. Шварцман	1981

В конце XIX в. некоторые ученые (а вслед за ними и не только они) полагали, что картина Вселенной в основном построена, однако не было никаких намеков на скорую гибель земного разума от скуки. Все это, возможно, рисует земную цивилизацию в несколько неприглядном свете с точки зрения неких абстрактных принципов, которые мы приписываем идеализированному Разуму. Однако, боюсь, что это на самом деле так. Автор статьи не видит никаких причин, по которым могли бы измениться в будущем основные стимулы деятельности человека. Представляется весьма характерным отказ Конгресса США финансировать работы по проекту SETI. Не случайной была резкая критика программы развития космонавтики в конце 80-х гг. в советском парламенте. Характерно также, что развитие космических планов Японии преследует, помимо всего прочего, чисто прагматическую цель – добычу полезных ископаемых на Луне. Характерно и то, что развиваются (энтузиастами) программы поисков сигналов и проявлений ВЦ, но ушли в прошлое попытки (энтузиастов) посылать такие сигналы.

Укажем на еще одну тенденцию в развитии земной цивилизации, которая может оказаться характерной и для многих технологических ВЦ. Речь идет о повороте к **экологическому мышлению**, переходу на эко-

## Возможные причины молчания космоса

№ п/п	Идея	Автор	Год
	– ряд космических объектов, регистрируемых нами, имеет искусственное происхождение	В. Страйжис А.Д. Урсул	1979
	– вся Метагалактика – разумный объект	Г. Маркс К.Э. Циолковский	1925
5.	<b>Мы ищем не то, что надо искать</b>		
	– неверны наши гипотезы о деятельности ВЦ и их целях	В.С. Троицкий	1986
	– развитие ВЦ претерпевает качественные скачки; ВЦ могут переходить на нетехнологический неэкспоненциальный (интенсивный) путь развития	Л.М. Гиндилис В.Н. Комаров Л.В. Лесков В.В. Казютинский	1990
	– ВЦ могут уходить в мир с другими пространственно-временными характеристиками и потому ненаблюдаемы	Л.В. Лесков В.Н. Комаров	1991
6.	<b>Молчание космоса объясняется волей создателя</b>		
	– астросоциологический парадокс порожден сверхъестественным вмешательством	В.М. Липунов	1995

номичные и экологичные технологии. По-видимому, в будущем мы будем постепенно избавляться от наиболее одиозных промышленных процессов, искать способы интенсивного развития прежде всего за счет перестройки внутренней информационной и технологической структуры цивилизации. При этом внешние проявления земных артефактов могут даже уменьшаться со временем, удаляясь от характеристик КЧ. Такой путь эволюции “технологических” цивилизаций представляется естественным и наиболее разумным. Наверное, возможен и более радикальный путь – не переделывать Мир, создавая специфическую среду обитания, но переделывать себя, достигая большей гармонии с Миром. Все эти соображения говорят о том, что вряд ли земная цивилизация когда-нибудь сама создаст КЧ. Аналогично можно предположить, что среди воображаемых ВЦ очень немногие способны на КЧ.

**Вероятность обнаружить КЧ** в Галактике можно записать с помощью все той же формулы Дрейка, добавив в правой части уравнения дополнительный сомножитель  $P_5$  (вероятность того, что технологическая цивилизация произведет нечто, наблюдаемое как КЧ). Даже если  $P_1$  принять равным  $10^{-1}$ , а каждый из сомножителей  $P_2 - P_5$  равен  $10^{-2}$ , что представляется чрезмерно оптимистичным, учитывая при-

веденные рассуждения, легко видеть, что при числе звезд в Галактике  $N = 10^{11}$ , возрасте Галактики  $T = 10^{10}$  лет,  $t = 10^2$  лет, количество КЧ в Галактике может оказаться исчезающе малым –  $10^{-6}$ . Другими словами, можно ожидать существование одного КЧ на миллион галактик! Даже если считать, что некоторые из сомножителей окажутся больше на один-два порядка, отсутствие КЧ в Галактике выглядит, как нормальное явление, из которого, впрочем, не следует, что мы в Галактике одни.

Что касается отсутствия КЧ в иных галактиках, то наши средства наблюдения, видимо, пока просто неспособны их “увидеть”.

Для интересующихся проблемой SETI приведем сводку некоторых основных идей, объясняющих феномен “Молчащего космоса”. Здесь указаны имена ряда исследователей, выдвигавших, упоминавших и обсуждавших конкретные идеи.

Приведенный в таблице набор идей иллюстрирует тот факт, что астросоциологический парадокс, или факт молчания космоса, собственно парадоксом не является. Отдельные идеи и их разнообразные сочетания вполне естественным образом объясняют это молчание. От тщательной проработки всего списка гипотез зависит выбор стратегии дальнейших действий по проблеме

SETI. Становится ясным, что имеет смысл прежде всего продумывать программы поиска косвенных, побочных, непреднамеренных проявлений жизни и ВЦ, а не сознательных попыток ВЦ обратить на себя наше внимание.

Гипотезу о вмешательстве Бога (№ 6), видимо, тоже следует иметь в ви-

ду, но использовать только тогда, когда отпадут все остальные. Отличительное свойство гипотезы 6 состоит в ее универсальности, поскольку она может быть согласована с любыми экспериментальными данными. Можно надеяться на подтверждение хотя бы одной из указанных в таблице

идей. Автор полагает, что гипотеза под номером 6 так и останется в невостребованном неприкосновенном запасе.

*С.А. ЯЗЕВ,*

*кандидат физико-математических наук*

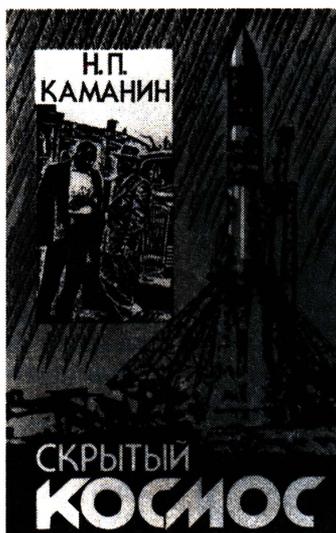
*директор астрономической обсерватории Иркутского государственного университета*

## НОВЫЕ КНИГИ

### Раскрывая тайны космонавтики

Вышел в свет второй том “космических дневников” генерал-полковника авиации Н.П. Каманина, который был помощником Главнокомандующего ВВС по космосу и начальником Центра подготовки космонавтов. Продолжение космической эпопеи (Земля и Вселенная, 1996, № 4) охватывает период с 1964 по 1966 гг. Новая книга (Каманин Н.П. “Скрытый космос: 2-я книга”, М., “Инфортекст-ИФ”, 1997 г.) подготовлена сыном генерала Л.Н. Каманиным и энтузиастами-архивистами Г.З. Залаевым, Г.А. Медведевой и С.Х. Шамсутдиновым.

Автору удалось зафиксировать многие важнейшие события тех



легендарных лет, в которых он принимал непосредственное участие. Собранные воедино дневники читаются как увлекательная повесть о людях, готовивших и осуществлявших первые пилоти-

руемые полеты и экспедиции автоматов к Луне и Венере.

О многих описываемых событиях читатели узнают впервые.

Пожалуй, самыми яркими оказались воспоминания о встречах и беседах с основоположником практической космонавтики. В частности, прослеживаются последние годы работы С.П. Королева, когда были заложены многие направления развития космонавтики на ближайшие десятилетия. Отдавая должное несомненным заслугам С.П. Королева, автор пишет и о его концептуальных просчетах.

Книга адресована интересующимся историей освоения космоса. Заявки на оптовое и розничное приобретение следует направлять по адресу: 117393, Москва, Профсоюзная ул., 82 (с пометкой “Дневник Каманина”). Оба тома книги можно заказать и по тел. (095)334-27-33, 334-23-22 или 742-32-99 (журнал “Новости космонавтики”).

## Лунная теория Ньютона

В.А. БРОНШТЭН,  
кандидат физико-математических наук

---



Исаак Ньютон (1643-1727)

Мы хотим рассказать об одном малоизвестном эпизоде из жизни и научной деятельности Исаака Ньютона – великого английского физика, математика и астронома. Речь идет о разработке им теории движения Луны.

Знание точных долгот Луны на любой момент в те времена было необходимо для определения географических долгот кораблей в открытом море. Особенно в этом нуждалась Англия, “владычица морей”.

Благодаря быстрому видимому движению Луны по небу (в среднем  $13^\circ$  в сутки) по ее положению среди звезд можно было определять гринвичское время момента наблюдения, если иметь таблицы точных положений Луны хотя бы через каждые 6 часов по Гринвичу. Разность местного и гринвичского времени равнялась долготе корабля. Нетрудно сосчитать, что для обеспечения точности определения географической долготы корабля в  $1^\circ$  надо было знать (или уметь определить) положение Луны с точностью до  $2'$ . Угломерные приборы, имевшиеся в распоряжении английских капитанов, позволяли достигнуть такой точности. Дело было за таблицами Луны.

### СВИДАНИЕ В ГРИНВИЧЕ

В сентябре 1694 г. Исаак Ньютон нанес визит директору Гринвичской обсерватории, Королевскому астроному Джону Флемстиду. Это был не простой визит вежливости. Ньютон, недавно оправившийся от болезни, хотел разрабо-



тать теорию движения Луны. Для этого ему были нужны точные положения спутника Земли за последние 20 лет. Такие наблюдения имелись только у Флемстида.

И Флемстид не обманул ожиданий Ньютона. Он вручил ему данные около 200 определений долготы Луны с оценками их возможных погрешностей. Это было как раз то, что требовалось. В письме к Флемстиду от 7 октября 1694 г. Ньютон благодарил Королевского астронома за переданные ему наблюдения и расточал комплименты по поводу точности его измерений.

В течение трех столетий в научной литературе распространяется давно сложившееся мнение, что отношения Ньютона и Флемстида были крайне неприязненными, что Флемстид наотрез отказывался передавать Ньютону выполненные им наблюдения, вызывая гнев и досаду великого ученого. Современный английский историк науки Н. Коллерстром считает это предвзятое мнение мифом. В действительности отношения между Ньютоном и Флемстидом были гораздо сложнее. Флемстид, че-

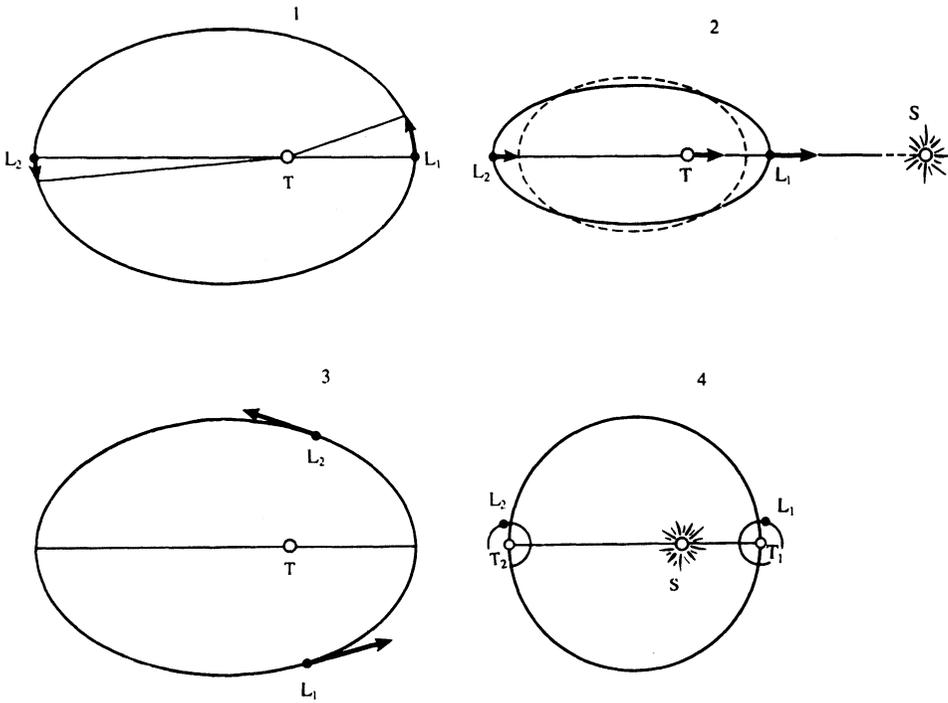
ловек весьма осторожный и требовательный к себе и к своим наблюдениям, порой воздерживался от передачи Ньютону тех или иных материалов впредь до завершения их первичной обработки. Всю эту работу он выполнял самостоятельно (помощники появились позже).

Большую часть своих наблюдений Флемстид проводил с экваториальным секстантом, имевшим трубу и окулярный микрометр. Это позволило измерять координаты светил с точностью до 10" (на порядок выше точности измерений Тихо Браге).

#### ЛУННЫЕ ТЕОРИИ ДО НЬЮТОНА

Как же обстояло дело с теорией движения Луны? Наилучшей в то время считалась теория, построенная английским астрономом Джеремайей (Иеремией) Хорроксом (1618-1641). За свою короткую жизнь он внес в астрономию такой вклад, что его по праву можно сравнивать с российским М.А. Вильевым ("Земля и Вселенная", 1989, № 5). Будучи горячим поклонником Кеплера, Хоррокс пошел дальше. Он полагал, что не только Солнце притягивает планеты, но и сами планеты могут притягивать друг друга. Этим ученый объяснял неравенства в движениях Юпитера и Сатурна. Хоррокс впервые предсказал прохождение Венеры по диску Солнца 4 декабря 1639 г. и был первым астрономом, который его наблюдал, измерив довольно точно видимый диаметр Венеры.

При построении теории движения Луны Хоррокс прежде всего заменил круговую орбиту Луны на эллиптическую, а равномерное движение – на соответствующее второму закону Кеплера. Это позволяло устранить крупнейшее из лунных неравенств – уравнение центра с полуамплитудой  $6^{\circ}17'$ . В его теории пять средних видимых движений (Солнца, Луны, лунного узла, перигея и афелия земной орбиты) рассматривались как исходные величины. Долготы этих точек полагались линейными функциями времени, а сами они – рав-



номерно движущимися по эклиптике (говоря о Солнце и Луне, мы имеем в виду центры их видимых дисков). Далее на них накладываются неравенства, выражаемые тригонометрическими функциями (обычно синусом) некоторого угла, суммы или разности углов. Так, одно из крупнейших лунных неравенств – вариация – имело вид:  $35'32'' \sin 2(M - S)$ , где  $M$ ,  $S$  – средние долготы Луны и Солнца. Современное значение коэффициента  $39'29''$ , т.е. на 10% больше. Хоррокс объединил два классических неравенства (уравнение центра и эвекцию) в одно, зависящее от эксцентриситета лунной орбиты и поворота линии апсид (перигей – апогей), затем учел два следующих по величине неравенства: вариацию и годичное уравнение.

Флемстид, используя свои наблюдения Луны, уточнил теорию Хоррокса, исправил некоторые коэффициенты и ввел “редукцию”, т.е. приведение положения Луны на ее орбите к воображаемому положению на эклиптике. Говоря современным языком, это означало определение эклиптической долготы Луны.

Хотя Хоррокс завершил свою работу в 1640 г., вышла она в свет лишь спустя треть века после его смерти – в

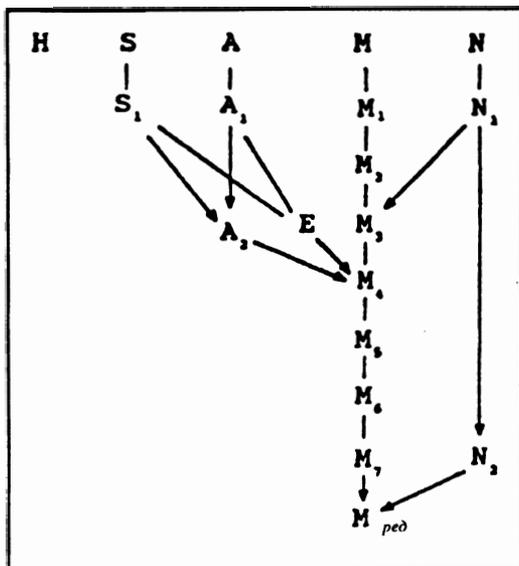
*Четыре главных лунных неравенства: 1 – Эллиптическое неравенство (уравнение центра). Из-за эллиптичности лунной орбиты Луна в перигее ( $L_1$ ) движется быстрее и находится ближе к Земле, чем в апогее ( $L_2$ ). 2 – Эвекция. Притяжение Солнца действует на Луну в точке  $L_1$  сильнее, чем на Землю  $T$ , а в точке  $L_2$  – слабее и лунная орбита вытягивается по направлению к Солнцу  $S$ . 3 – Вариация. Солнце своим притяжением ускоряет движение Луны в  $L_1$  и замедляет его в  $L_2$ . 4 – Годичное неравенство. В перигелии (Земля в  $T_1$ ) все неравенства солнечного происхождения больше, чем в афелии ( $T_2$ ). Все неравенства сильно преувеличены, масштабы не соблюдены*

1673 г. Теория и лунные таблицы Флемстида появились в 1681 г.

Таково было положение дел, когда Ньютон получил от Флемстида его драгоценные наблюдения.

#### ТЕОРИЯ ТЯГОТЕНИЯ И ЛУНА

Ознакомившись с наблюдениями Флемстида и с его таблицами долгот Луны, Ньютон установил, что расхождения между теми и другими достигают  $8'$ . Это четверо превышало макси-



Учет лунных неравенств в теории Ньютона (схема операций): Н – долгота афелия земной орбиты, S – долгота Солнца, А – линии апсид лунной орбиты, М – Луны, N – восходящего узла. По Н. Коллерстрому (N. Kollerstrom. A Reintroduction of Epicycles: Newton's 1702 Lunar Theory and Halley's Saros Correction. Quart. Journ. of Roy Astron. Soc., 1995, v. 36, p. 357-368)

месяца (29,53 сут). Любители расчетов могут без труда убедиться, что эти три периода связаны простым соотношением:  $2 (1/29,53 - 1/31,81) = 1/206$ .

**Вариация** возникает в результате изменения скорости движения Луны по орбите под действием притяжения Солнца. Орбита Луны благодаря вариации все время деформируется.

**Годичное неравенство** зависит от того, что Земля движется вокруг Солнца тоже по эллипсу и ее расстояние от Солнца в течение года меняется, а с ним меняются все солнечные возмущения (наибольшие – в перигелии и наименьшие – в афелии).

Ньютон доказал, что лунная орбита симметрична относительно линии апсид и перпендикуляра к ней, восстановленного в центре Земли. Он объяснил движение линии узлов и вычислил период ее полного оборота с ничтожной погрешностью в 0,2%.

И все же этого было недостаточно для решения поставленной Ньютоном задачи: уточнить теорию движения Луны, добившись определения ее долгот с точностью в 2'.

Ньютон очень рассчитывал на полученные им от Флемстида наблюдения. Но все его попытки решить эту задачу в 1694-95 гг. потерпели неудачу. 14 сентября 1695 г. Ньютон написал Флемстиду, что у него нет больше времени заниматься теорией Луны. К тому же Ньютон был тогда приглашен на должность смотрителя Монетного двора и должен был переехать из Кембриджа в Лондон. Лунную теорию пришлось оставить надолго.

ЛУННАЯ ТЕОРИЯ... НА ЧЕТЫРЕХ СТРАНИЦАХ

Прошло семь лет напряженной работы Ньютона в качестве смотрителя, а

мально допустимую величину. Значит, теория Хоррокса с поправками Флемстида не удовлетворяла требованиям моряков. Нужно было создавать новую.

В своем капитальном труде "Математические начала натуральной философии", вышедшем в 1687 г., Ньютон немало внимания уделил Луне. Прежде всего он доказал, что движение Луны вокруг Земли определяется той же самой силой, что и падение тел на Землю.

Далее Ньютон объяснил физическую природу четырех основных лунных неравенств. А именно, **главный эллиптический член** (уравнение центра) объясняется эллиптичностью лунной орбиты. Причина **эвекции** в том, что в новолуние Луна находится ближе к Солнцу, чем Земля, и Солнце, притягивая Луну сильнее, нежели Землю, стремится как бы отдалить Луну от Земли. В полнолуние Солнце как бы оттягивает Землю, удаляя ее от Луны. Напротив, в квадратурах действие Солнца стремится сблизить их между собой. Благодаря эвекции орбита Луны вытягивается по направлению к Солнцу. Поэтому эксцентриситет лунной орбиты периодически изменяется (в пределах от 0,0448 до 0,0650) с периодом в 206 суток. Период самой эвекции зависит от положения Луны относительно Солнца и перигея своей орбиты, поэтому период эвекции (31,81 сут) длиннее синодического

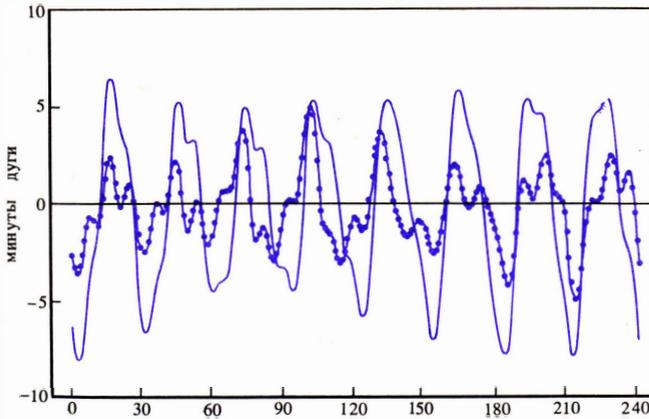


График отклонений наблюдаемых долгот Луны от вычисленных по теории Ньютона: тонкая линия — до исправления ошибки в знаке 6-го члена, жирная с точками — после исправления. По Н. Коллерстому, цит. соч.

затем директора Монетного двора. Требовалось упорядочить дело чеканки монеты в Англии, оказавшееся к моменту вступления Ньютона в должность в весьма запущенном состоянии. И здесь кабинетный ученый Ньютон показал себя с самой лучшей стороны. За 3-4 года он навел полный порядок в чеканке монеты. Часть времени освободилась для занятий наукой.

Поэтому в 1702 г. он сумел решить задачу, с которой не справился в 1694-95 гг. А ведь Ньютону было уже под шестьдесят.

Его работа под названием "Теория движения Луны" занимает всего четыре страницы. Но этот труд по праву вошел в историю науки. Ньютон решил отказаться от попыток вывести новые лунные неравенства (кроме известных ему четырех: уравнения центра, эвекции, вариации и годового уравнения) из теории тяготения. Ньютон, следуя Хорроксу, решил получить дополнительные неравенства из анализа наблюдений Флемстида. Возможно, он надеялся, получив эти неравенства из наблюдений, затем объяснить их теоретически, как объяснил первые четыре.

Ньютон рассматривает пять средних движений: афелия (обозначение  $H$ ), Солнца ( $S$ ), линии апсид ( $A$ ), Луны ( $M$ ) и узла ( $N$ ). Поясним методику Ньютона.

Ньютон прибавляет к средней долготе Луны  $M$  член, выражающий годовое неравенство, и получает исправленную за него долготу  $M_1$ :

$$M_1 = M + 11'49''\sin(H - S).$$

Одновременно соответствующее неравенство, связанное с годовым движением Земли вокруг Солнца, прибавляется к средним долготам Солнца, линии апсид и узла лунной орбиты, превращая их в  $S_1$ ,  $A_1$ ,  $N_1$ . Например, переход от  $A$  к  $A_1$  выглядит так:

$$A_1 = A + 20'\sin(H - S).$$

После этого Ньютон делает следующий шаг и учитывает неравенство, связанное с движением Солнца относительно линии апсид лунной орбиты:

$$M_2 = M_1 + 3'45''\sin^2(A_1 - S_1).$$

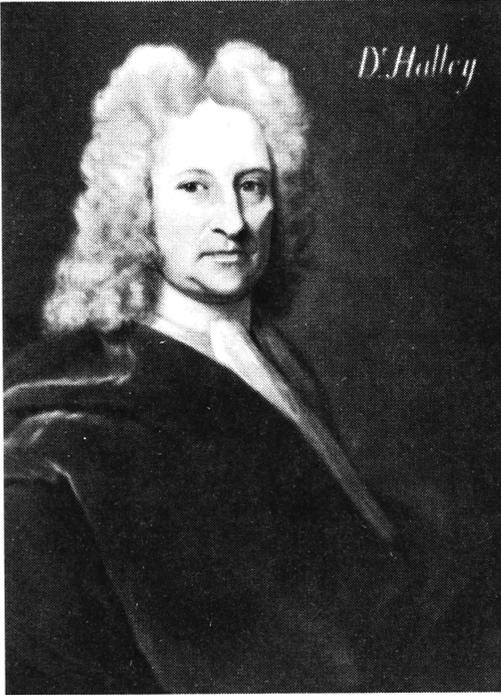
Затем точно так же учитывается новое неравенство, зависящее от движения Солнца относительно линии узлов:

$$M_3 = M_2 + 47''\sin^2(N_1 - S_1).$$

Самый сложный этап — переход от  $M_3$  к  $M_4$ . Здесь учитывается наибольшее неравенство — уравнение центра, причем это делается по теории Хоррокса с учетом переменного эксцентриситета лунной орбиты ( $E$ ) и исправленной долготы апогея  $A_2 = A_1 + f(S_1 - A_1)$ , где  $f$  — функция, близкая к косинусу.

На следующем этапе учитывается вариация:

$$M_5 = M_4 + 35'23''[1 - 3E\cos(H - S_1)]\sin^2(S_1 - M_4).$$



На шестом этапе Ньютон допустил ошибку в знаке, записав

$$M_6 = M_5 - 2'25'' \sin(S_1 - M_5 + A_2 - N_1),$$

тогда как вместо минуса должен стоять плюс. Эта ошибка была замечена и исправлена только в 1713 г. Следующий шаг содержит еще одно новое неравенство:

$$M_7 = M_6 + 2'20'' \sin(S_1 - M_6).$$

Наконец, последняя операция – уже упоминавшаяся редукция, т.е. переход от плоскости лунной орбиты к плоскости эклиптики:

$$M_{ред} = M_7 - 6'57'' \sin 2(N_2 - M_7).$$

Насколько точной была эта теория? Этот вопрос исследовал современный нам историк науки английский астроном Н. Коллерстром в своей докторской диссертации (1995 г.). Составив программу для ЭВМ, содержащую весь алгоритм теории Ньютона, Коллерстром рассчитал по ней долготы Луны и сравнил их с долготами, рассчитанными по современной теории. Наибольшие погрешности теории Ньютона очень

редко превышали 5', когда же была исправлена ошибка в шестом члене, наибольшие погрешности сократились до 3', а средняя квадратическая ошибка – до 2' (что и требовалось).

#### ДАЛЬНЕЙШАЯ СУДЬБА ТЕОРИИ

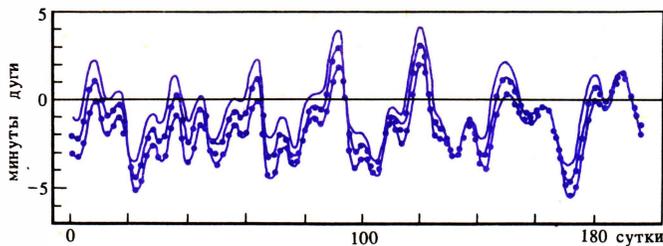
Статья Ньютона была опубликована в том же 1702 г. шотландским математиком и астрономом Дэвидом Грегори (1661-1708), племянником известного математика, астронома и оптика Джеймса Грегори (1638-1675), в его книге “Элементы физической и геометрической астрономии”. Книга Грегори-младшего представляла собой первое руководство по вопросам теории гравитации. Поэтому неправ известный российский астроном и историк науки Н.И. Идельсон, утверждавший в работе “Закон всемирного тяготения и теория движения Луны”<sup>1</sup>, что “Теория движения Луны” Ньютона была опубликована только в 1772 г.

Н. Коллерстром в своей докторской диссертации приводит полный список астрономов, использовавших в трудах теорию Ньютона. В этом списке – десять имен. В их числе Эдмонд Галлей, Жозеф Никола Делиль, Пьер Лемонье.

Галлей не только применял теорию Ньютона, но и попытался усовершенствовать ее. Для этого он решил использовать **сарос** – период повторяемости солнечных и лунных затмений, равный, как известно, 18 годам и 11 1/3 суткам, или, что то же самое, 6585,33 сут. Этот период обладает следующими замечательными свойствами:

223 синодических месяца × 29,5306 сут = 6585,32 сут,  
 242 драконических месяца × 27,2122 сут = 6585,36 сут,  
 239 аномалистических месяца × 27,5545 сут = 6585,54 сут.

<sup>1</sup> Идельсон Н.И. Этюды по истории небесной механики. М.: Наука, 1975, с. 248. Впервые опубликовано в 1943 г.



*Отклонения лунных долгот от теории Ньютона для трех саросов, начинавшихся в 1690, 1708 и 1726 гг. (по Э. Галлею). По Н. Коллерстрому, цит. соч.*

Напомним, что **синодическим** месяцем называется период между двумя последовательными новолуниями, **драконическим** — между двумя прохождениями Луны через восходящий узел ее орбиты, **аномалистическим** — через перигей. Сарос был известен с глубокой древности (с VI в. до н.э.).

Галлей сообразил, что все неравенства в движении Луны (в том числе и неучтенные теорией Ньютона) должны повторяться с периодом, равным саросу. Он решил сделать проверку.

Став после смерти Флемстида королевским астрономом (директором Гринвичской обсерватории), Галлей начал в 1722 г. большой цикл позиционных наблюдений Луны, рассчитанный на 18 лет. Он закончил его в 1740 г., за два года до смерти. Когда он приступал к наблюдениям, ему было 65 лет, закончил же он их, когда ему пошел уже девятый десяток. Он произвел 2000 весьма точных измерений долготы Луны и сравнил ее положения с измерениями Флемстида за саросы, начинавшиеся в 1690, 1708 гг. с собственными измерениями, начиная с 1726 г., иначе говоря, за три сароса. Результаты превзошли все ожидания. Графики, изображающие отклонения наблюдаемых долгот Луны от теоретических, для всех трех

саросов прошли почти одинаково, с небольшим смещением. Среднее отклонение не превысило 2' (что и требовалось). Идея Галлея состояла в том, чтобы по этим графикам экстраполировать эмпирические поправки к теории Ньютона (выражающие суммарное действие неучтенных Ньютоном неравенств) на будущие саросы, т.е. на десятки лет вперед.

Но Галлею не повезло. Его работа была опубликована после смерти ученого и не привлекла к себе внимания современников и потомков. Уже упоминавшийся Н. Коллерстром не обнаружил ни одной работы, где бы она использовалась. А 12 лет спустя появились первые динамические теории движения Луны — теории Эйлера и Клеро, основанные на законе всемирного тяготения Ньютона и содержавшие десятки лунных неравенств. Их точность намного превышала точность теории Ньютона. Составленные на их основе таблицы долгот Луны щедро оплатило британское адмиралтейство; таблицы поступили на вооружение английских и других капитанов.

Лунная теория Ньютона сыграла свою роль на протяжении полувека, чтобы потом занять почетное место в истории науки.

## НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ:

Март – апрель 1998 г.

### ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СОЛНЦЕ–ЗЕМЛЯ–ЛУНА

Весеннее равноденствие Март 20, 19<sup>ч</sup>54<sup>м</sup>  
Частное полутеневое лунное затмение  
Март 13, 5<sup>ч</sup>. В европейской части России  
можно будет наблюдать в предутренние ча-  
сы, до захода Луны.

### ФАЗЫ ЛУНЫ

новолуние	первая четверть	полнолу- ние	последняя четверть
Март 28, 3 <sup>ч</sup> 14 <sup>м</sup>	Март 5, 8 <sup>ч</sup> 41 <sup>м</sup>	Март 13, 4 <sup>ч</sup> 34 <sup>м</sup>	Март 21, 7 <sup>ч</sup> 38 <sup>м</sup>
Апрель 26, 11 <sup>ч</sup> 41 <sup>м</sup>	Апрель 3, 20 <sup>ч</sup> 18 <sup>м</sup>	Апрель 11, 22 <sup>ч</sup> 23 <sup>м</sup>	Апрель 19, 11 <sup>ч</sup> 41 <sup>м</sup>

### ПЕРИГЕЙ И АПОГЕЙ ЛУНЫ И РАССТОЯНИЯ ДО ЛУНЫ

апогей	перигей	апогей	перигей
Март 15, 0.6 <sup>ч</sup> 406189 км	Март 28, 7.1 <sup>ч</sup> 357025 км	Апрель 11, 1.8 <sup>ч</sup> 406347 км	Апрель 25, 17.9 <sup>ч</sup> 358041 км

### ПЛАНЕТНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ

Меркурий: наибольшая восточная элонга-  
ция (19°) Март 20, 3<sup>ч</sup>48<sup>м</sup>  
стояние Март 27, 14<sup>ч</sup>48<sup>м</sup>  
нижнее соединение Апрель 6,  
16<sup>ч</sup>36<sup>м</sup>  
стояние Апрель 19, 2<sup>ч</sup>12<sup>м</sup>  
Венера: наибольшая западная элонга-  
ция (47°) Март 27, 18<sup>ч</sup>24<sup>м</sup>  
Сатурн: соединение Апрель 14, 13<sup>ч</sup>  
Плутон: стояние Март 12, 15<sup>ч</sup>48<sup>м</sup>

### СОЕДИНЕНИЯ ПЛАНЕТ С ЛУНОЙ И МЕЖДУ СОБОЙ

Апрель 23, 2.3<sup>ч</sup> Юпитер на 0°17' к югу от  
Венеры.

Апрель 23, 7.2<sup>ч</sup> Юпитер на 0°13' к югу от  
Луны

Апрель 23, 7.5<sup>ч</sup> Венера на 0°04' к северу от  
Луны

В этот день в некоторых районах  
экваториальной зоны земного шара  
можно будет наблюдать редчайшее явле-  
ние: одновременное покрытие Венеры и  
Юпитера Луной. В России будет видно  
только тесное сближение этих трех све-  
тил.

Март 1, 9.1<sup>ч</sup> Сатурн в 1° к северу от  
Луны

Март 24, 19.0<sup>ч</sup> Венера в 0.09° к югу от Лу-  
ны

Март 26, 11.6<sup>ч</sup> Юпитер в 1° к югу от  
Луны

Март 7, 10<sup>ч</sup> Нептун в 3.8° к югу от  
Венеры

Март 19, 7<sup>ч</sup> Уран в 3.3° к югу от  
Венеры

Март 30, 5<sup>ч</sup> Марс в 4.1° к югу от  
Меркурия

Апрель 3, 12<sup>ч</sup> Сатурн в 2° к югу от  
Марса

## ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск
------	-----------------------	-----------	--------------------	-------

### Меркурий

Март 3	23 <sup>h</sup> 24.4 <sup>m</sup>	-5°01'	5.2"	-1.4 <sup>m</sup>
17	0 49.4	+7 04	6.8	-0.6
31	1 12.1	11 16	10.2	-
Апрель 14	0 41.1	5 12	11.4	-
28	0 48.4	2 39	9.2	+0.9

### Венера

Март 3	19 59.7	-15 55	34.1	-4.6
17	20 47.4	-14 56	28.0	-4.5
31	21 42.0	-12 26	23.7	-4.4
Апрель 14	22 39.4	-8 32	20.5	-4.2
28	23 37.8	-3 32	18.1	-4.1

### Марс

Март 3	23 56.3	-1 10	4.0	1.2
17	0 35.8	+3 15	4.0	1.2
31	1 15.2	7 30	3.9	1.3
Апрель 14	1 54.8	11 28	3.9	1.3
28	2 34.8	15 02	3.8	1.3

### Юпитер

Март 3	22 33.8	-10 00	32.9	-2.0
17	22 46.4	-8 46	33.1	-2.0
31	22 58.6	-7 33	33.6	-2.0
Апрель 14	23 10.2	-6 23	34.3	-2.1
28	23 20.9	-5 18	35.2	-2.1

### Сатурн

Март 3	1 11.1	+5 03	16.4	0.6
17	1 17.0	5 42	16.2	0.6
31	1 23.4	6 21	16.1	0.5
Апрель 14	1 30.0	7 00	16.1	0.4
28	1 36.6	7 39	16.1	0.4

### Уран

Март 3	20 52.8	-18 10	3.4	5.9
17	20 55.5	-17 59	3.4	5.9
31	20 57.9	-17 50	3.5	5.8
Апрель 14	20 59.7	-17 43	3.5	5.8
28	21 00.9	-17 38	3.5	5.8

### Нептун

Март 3	20 13.1	-19 33	2.2	8.0
17	20 14.8	-19 28	2.2	8.0
31	20 16.0	-19 24	2.2	7.9
Апрель 14	20 16.9	-19 21	2.3	7.9
28	20 17.3	-19 20	2.3	7.9

## УСЛОВИЯ ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ

**МЕРКУРИЙ:** В марте-апреле находится в созвездии Рыб, описав в нем петлю. Можно видеть вечером в марте, при этом в середине месяца его можно заметить на широтах до 56°.

**ВЕНЕРА:** В течение марта-апреля сместится на довольно большое расстояние по небесной сфере, перейдя из созвездия Стрельца через Козерог и Водолей в Рыбы. Утренняя видимость, постепенно сокращающаяся.

**МАРС:** Созвездие Рыб, во второй половине апреля – Овен. Вечерняя видимость в марте, заканчивающаяся к концу месяца.

**ЮПИТЕР:** Медленно перемещается по созвездию Водолея. Утренняя видимость начинается в апреле.

**САТУРН:** Созвездие Рыб. Вечерняя видимость до начала апреля.

**УРАН и НЕПТУН:** Оба находятся в созвездии Козерога. Утренняя видимость, постепенно улучшающаяся.

### Восход Солнца и планет с утренней видимостью на широте 56°

Дата	Солнце	Венера	Юпитер	Уран	Нептун
Март 3	6 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>	4 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>
Март 17	6 11	4 38	5 57	5 08	4 38
Март 31	5 34	4 21	5 06	4 14	3 44
Апрель 14	4 58	3 58	4 16	3 20	2 49
Апрель 28	4 24	3 31	3 25	2 25	1 54

### Заход Солнца и планет с вечерней видимостью на широте 56°

Дата	Солнце	Меркурий	Марс	Сатурн
Март 3	17 38	18 23	18 20	21 00
Март 17	18 07	20 02	18 33	20 15
Март 31	18 36	19 47	18 46	19 30
Апрель 14	19 04	17 42	18 58	18 46
Апрель 28	19 33	16 45	19 09	18 01

*Примечание:* В таблицах указано местное время. Чтобы определить время захода (восхода) по Вашим часам, прибавьте к моменту, указанному в таблице, разницу между временем Вашего часового пояса и всемирным временем UT и вычтите долготу пункта наблюдений.

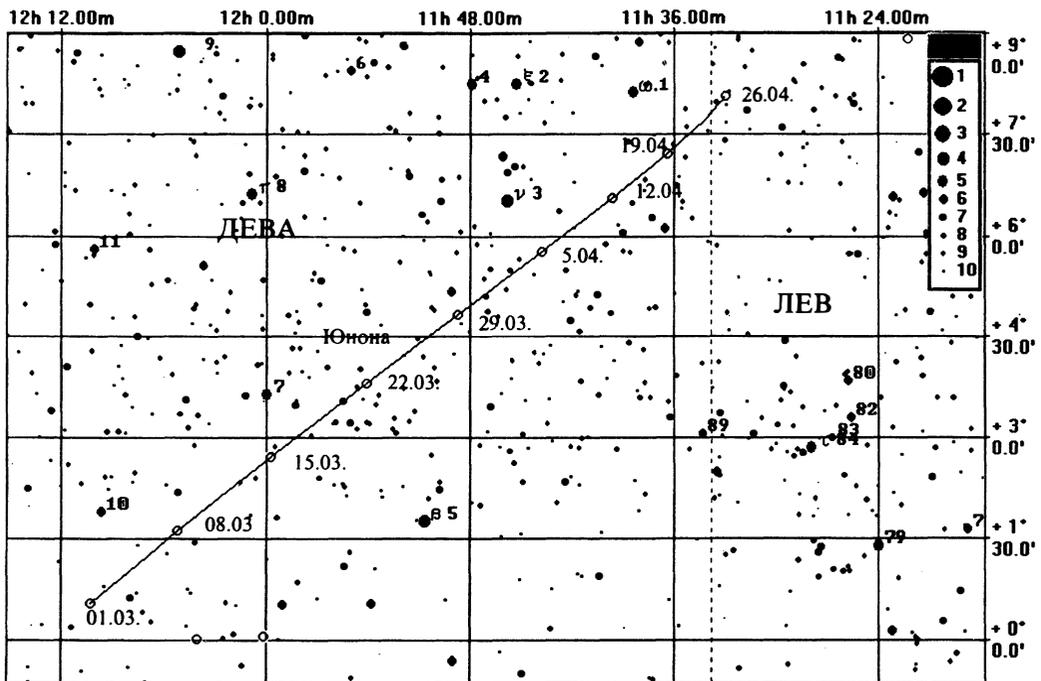
### АСТЕРОИДЫ

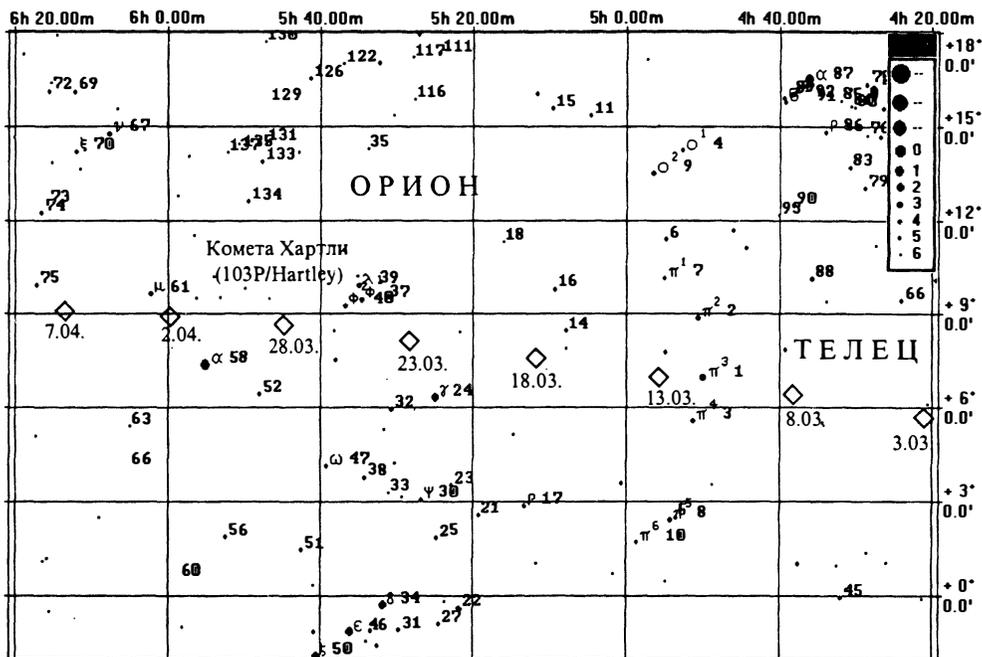
Из астероидов ярче 10<sup>m</sup> в марте-апреле видна только Юнона, каталожный номер 3. Противостояние Март 20.  $\alpha = 11^h56^m$ ,  $\delta = 3^{\circ}28''$ , блеск 9<sup>m</sup>.

### КОМЕТЫ

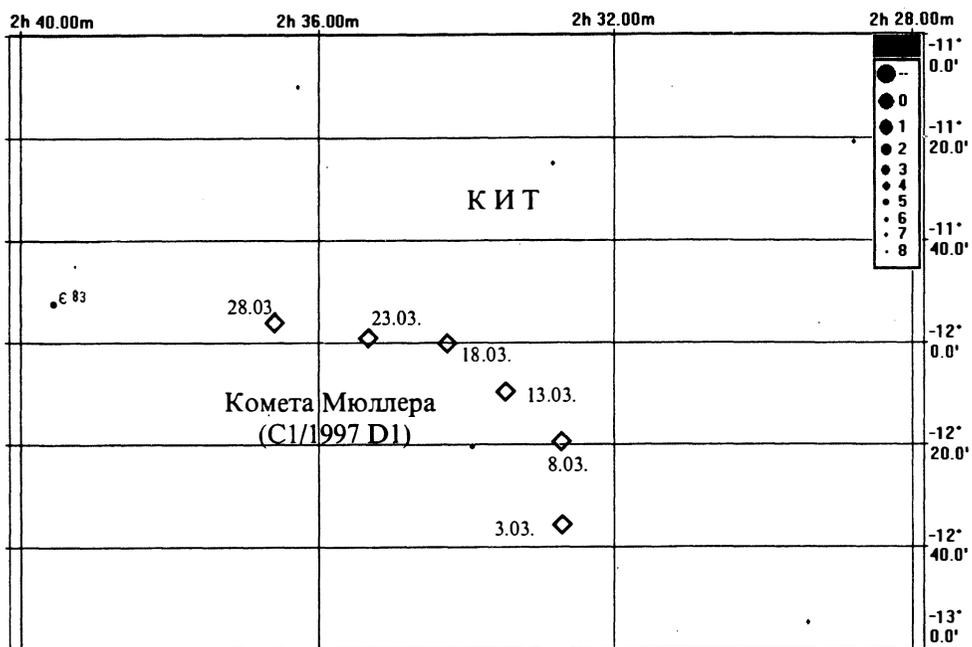
Из комет ярче 15<sup>m</sup> в марте-апреле на северном небе будут видны: комета 103/P Хартли (Hartley) 2, комета Мюллера C/1997 D1, Мюллера C1/1997 J1, Рассела-Ватсона C/1996 P2, Эванса-Дринквотера C/1996 J1. Знаменитая комета Хейла-Боппа имеет склонение  $-50^{\circ}$  и будет видна только в южном полушарии.

*Путь Юноны среди звезд в марте-апреле 1998 г.*

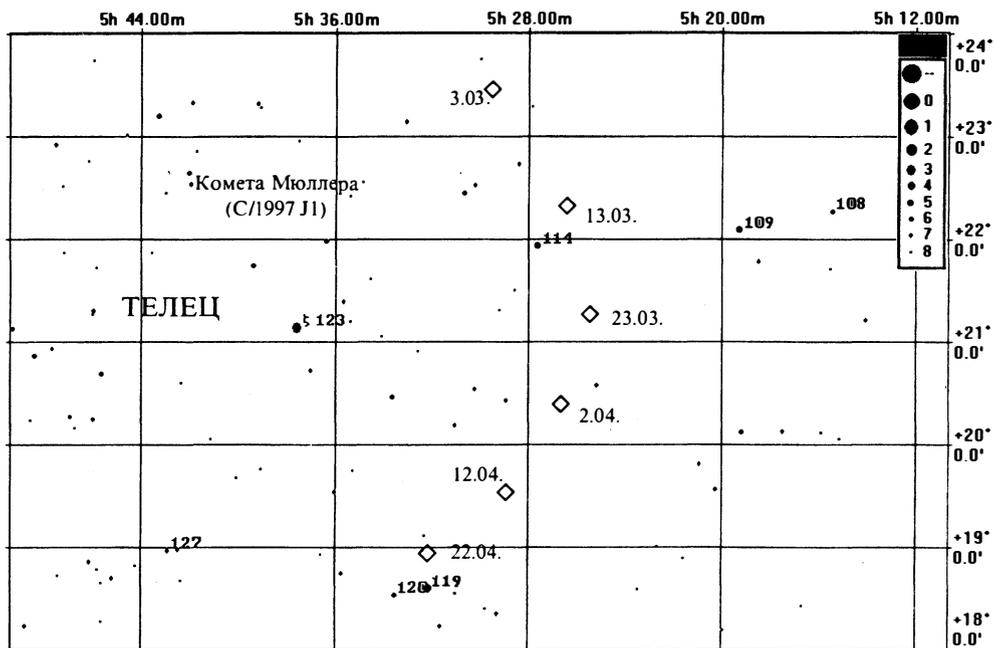




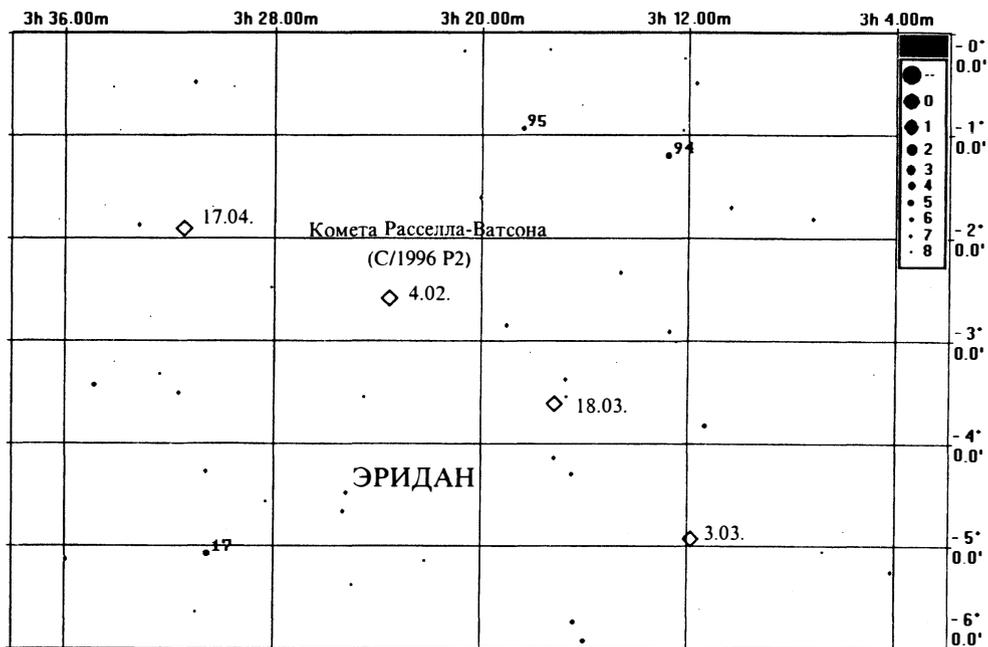
Путь кометы Хартли среди звезд в марте-апреле 1998 г.



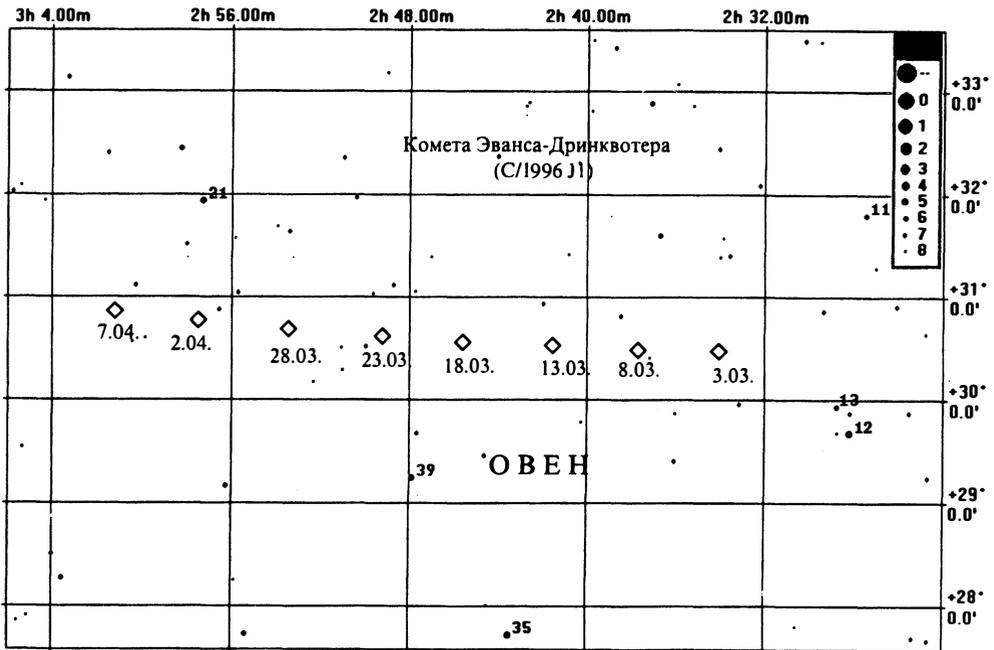
Путь кометы Мюллера (C1/1997D1) среди звезд в марте-апреле 1998 г.



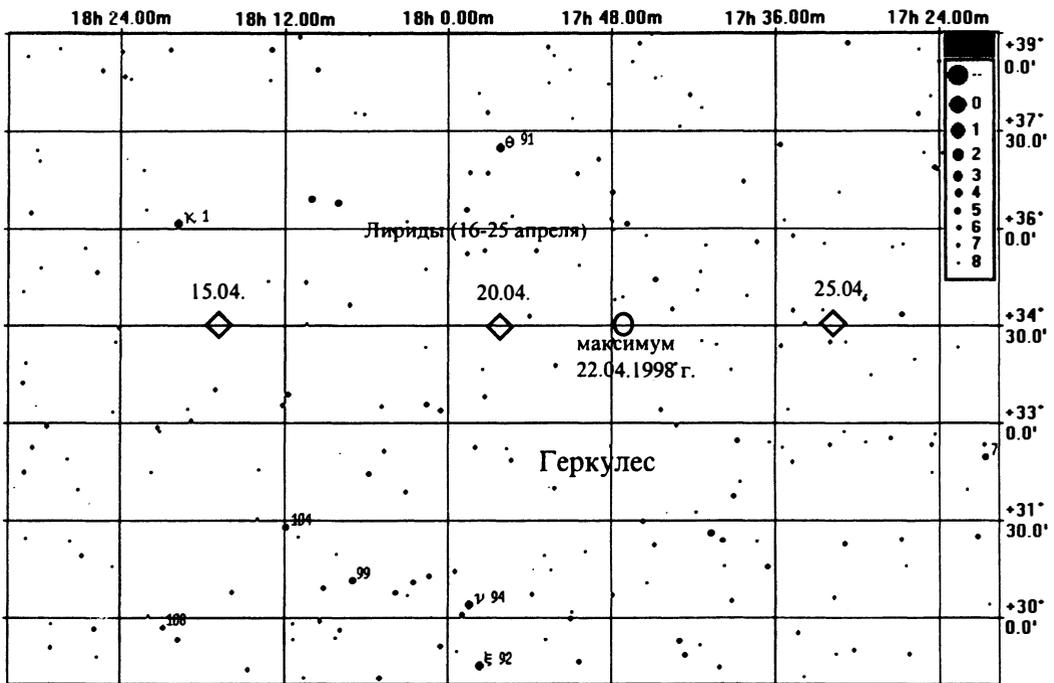
Путь кометы Мюллера (C/1997J1) среди звезд в марте-апреле 1998 г.



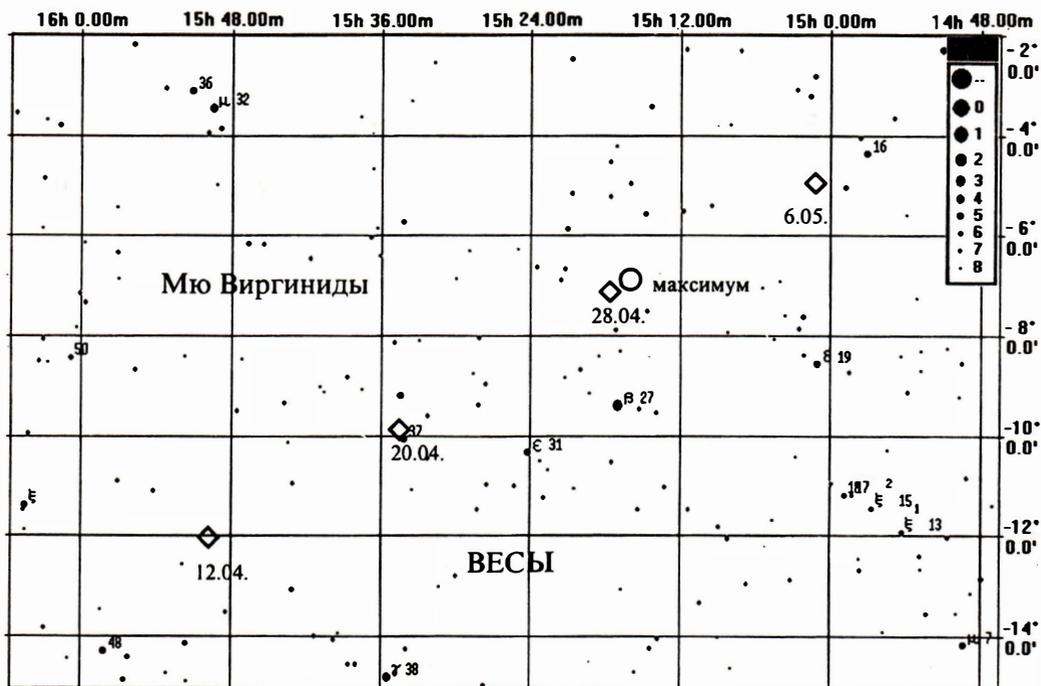
Путь кометы Расселла-Ватсона среди звезд в марте-апреле 1998 г.



Путь кометы Эванса-Дринквотера среди звезд в марте-апреле 1998 г.



Карта метеорного потока Лирид



Карта метеорного потока  $\mu$ -Виргинид

## МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

название потока	даты видимости	$\alpha$ радиант	$\delta$	созвездие	V км/с	часовое число
Виргиниды	Март 25– Апрель 15	13 <sup>h</sup>	-4°	Дева	26	
Лириды	Апрель 16–25	18 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup>	34	Лирида	49	13
$\mu$ -Виргиниды	Апрель 12– Май 15	15 08	-7	Дева	30	2

С.И. БАРАБАНОВ  
Институт Астрономии РАН

## Информация

### О наблюдениях ярких болидов и о поиске метеоритов

Полет в небе очень яркого огненного шара – болида, – иногда сопровождающийся дымным хвостом и звуковыми явлениями, производит сильное впечатление на

человека, которому посчастливилось стать очевидцем этого события. Болиды иногда бывают ярче Луны и даже ярче Солнца. Тогда на несколько секунд становится светло, как днем, и видны бегущие тени от больших предметов. Случается, что полет болида завершается падением метеорита.

Ценность болидов и метеоритов для науки прежде всего в том, что как метеориты, так и тела, вызывающие явление болида, – древнейшее вещество Солнечной системы, сохранившееся почти в первозданном виде. В нем хранится

как бы в зашифрованном виде информация о физических и химических процессах во времена формирования планетной системы. Изучение вещества метеоритов дает для науки не меньше, чем изучение грунта Луны и планет, но обходится намного дешевле. В последнее время найдены метеориты, которые оказались обломками лунных и марсианских пород, выброшенных когда-то в космос при падении на Луну и Марс крупных метеоритов.

Основная информация о болидах и метеоритах поступает от лю-

дей, не связанных с наукой. «Метеоритика – самая народная наука» – так сказал известный исследователь метеоритов Е.Л. Кринов. Однако много ценной информации теряется из-за того, что люди не знают, как важны для науки даже случайные наблюдения болидов или о том, куда сообщать о болидах и метеоритах. «Именно в этой области знания, – говорил в свое время академик В.И. Вернадский, – для успеха научной работы необходимо сознательное участие и понимание широких слоев населения. Количество сохраняемых метеоритов прямо пропорционально культурному уровню населения и его активности в их сохранении».

Комитет по метеоритам Российской академии наук (КМЕТ РАН) обращается с просьбой ко всем, кто интересуется наукой: присылайте нам сведения о ярких болидах и находках метеоритов по адресу: 117975 г. Москва, ул. Косыгина, д. 19, Комитет по метеоритам РАН.

Мы просим членов астрономических и технических обществ и кружков, учителей физики, астрономии и географии распространять среди населения информацию о важности для науки находок метеоритов и наблюдений болидов. Формы пропаганды могут быть разными: научно-популярные лекции, выступления перед учащимися, информация в местной печати и т.п.

## Как наблюдать и что сообщать

### Яркие болиды:

1. Фамилия, имя, отчество и точный адрес (с почтовым индексом).

2. Место наблюдения – область, город, район, село или деревня.

3. Дата (год, месяц, число) и время наблюдений, местное или московское, час, минута, время дня (утро, день, вечер или ночь).

4. Положение болида на небе. Нужно указать где, в какой стороне горизонта Вы видели начало и конец полета болида.

Пример: начало полета на северо-востоке, а конец полета на востоке, или начало полета на севере, а конец на западе. (Если Вы не заметили самого начала явления, укажите точку, с которой Вы уже уверены в положении болида и упомяните об этом в письме.)

5. Укажите, как летел болид – справа налево, или слева направо.

6. На какой угловой высоте были начало и конец полета болида. Если Вы затрудняетесь с ответом, укажите приблизительно: низко над горизонтом или в средней части неба, или высоко над головой. Любители астрономии с некоторым опытом могут указать более точно азимуты (от севера к востоку) по компасу и высоты точек начала и конца полета.

7. Продолжительность полета в секундах (хотя бы приблизительно). Укажите, какой Вам показалась его скорость – быстрой, средней или медленной. Для ориентировки: обычно полет болидов длится 5-10 с, бывает и меньше, но может достигать и 15-20 с.

8. Укажите блеск болида в сравнении с яркими звездами, Лунной или Солнцем. Слепил ли болид глаза или на него можно было смотреть свободно?

9. Укажите размер диска болида в сравнении с диском Луны или Солнца. Равен им или несколько меньше? (Больше почти никогда не бывает).

10. Был ли дымный или светлый след после полета болида?

11. Сопровождался ли полет звуковыми явлениями и какими.

### Метеориты

Если Вы стали свидетелем падения метеорита и сумели найти его вскоре после падения, сообщайте об этом в КМЕТ как можно скорее. Срочное исследование только что упавших метеоритов имеет особо важное значение для науки. Например, в некоторых метеоритах обнаружены сложные органические соединения, поэтому исследование таких объектов до загрязнения их земными веществами может дать ценную информацию о проблеме происхождения жизни.

Если же просто к Вам в руки попал необычный камень и Вы заподозрили в нем метеорит, полезно знать несколько признаков, по которым можно было бы подтвердить Ваши подозрения.

Как правило, небольшой метеорит – оплавленный камень, один конец которого уже другого. На поверхности могут быть **регмаглиппты** – вмятины, иногда вытянутые (это места, откуда отрывались капли вещества метеорита при нагреве в полете через атмосферу). Если метеорит раскололся, то можно видеть, что кора плавления тонкая, около 1 мм. У долго лежавших метеоритов кора плавления может разрушиться, на железных появляется ржавчина. Железные метеориты обычно больше привлекают внимания своим большим удельным весом и формой, обычной для камней, но редкой для кусков железа. Они выпадают реже, но находят их чаще.

Иногда метеориты находят при обработке больших площадей пахотной земли. Находят их и при сенокосе. Имеет смысл осматривать гряды камней на краях поля.

Итак, если Вы нашли образец предполагаемого космического происхождения, то отколтите от него или отпилите кусок весом 50-500 г и отошлите в КМЕТ **простой** бандеролью. Не бойтесь ошибиться.

В письме сообщите данные о себе (Ф.И.О., адрес), когда и где найден метеорит, его общий вес, сколько образцов найдено.

Подробнее Вы можете прочитать о метеоритах в книге Л.И. Кузнецовой “Вестники Вселенной”, изд. Знание, 1980 г.; в журнале “Наука и жизнь”, № 9, 1974, статья “Сообщите непременно”; в журналах “Земля и Вселенная”, № 5, 1994 г., статья “Рассказы о метеоритах”; № 3, 1980, № 4, 1981, № 1, 1987, № 2, 1993 и многих других. Подробная инструкция по наблюдениям болидов и советы по поискам метеоритов содержатся в книге “Астрономический Календарь. Постоянная часть”.

*Р.Л. ХОТИНОК*

*Член Комитета по метеоритам РАН*

## Солнце в августе-сентябре 1997 г.

В начале августа обозначилось определенное оживление активности Солнца. Возросло число групп пятен до 3-4. Их размеры и продолжительность жизни увеличились. Индекс  $W$  поднялся до 40-50. Во второй половине месяца, после захода активных областей за западный край Солнца, на диске некоторое время оставалось лишь одиночное устойчивое пятно, затем на восточной стороне диска появилась еще одна группа ( $10 < W < 25$ ).

В первой декаде сентября число групп пятен вновь увеличилось, группы оказались довольно устойчивыми, поэтому вплоть до их захода в середине месяца индекс активности  $W$  держался постоянным на уровне 45-65. Затем на диске осталась лишь одна небольшая новая группа пятен, и во второй декаде  $W$  составлял 11-13 единиц. Циклический ход индекса  $W$  объясняется неравномерной активностью двух полушарий Солнца. Он достигал высоких значений, когда к нам была обращена "активная" сторона Солнца.

Сентябрьский всплеск активности напоминает аналогичный в мае 1997 г. Оба явления достаточно уверенно можно связать с началом очередного (23-го) солнечного цикла. Обычно в начале циклов активные образования на Солнце возникают на высоких широтах, и две самые крупные группы пятен сентября находились в южном полушарии на значительном удалении (почти  $30^\circ$ ) от экватора.

**В.Г. БАНИН**

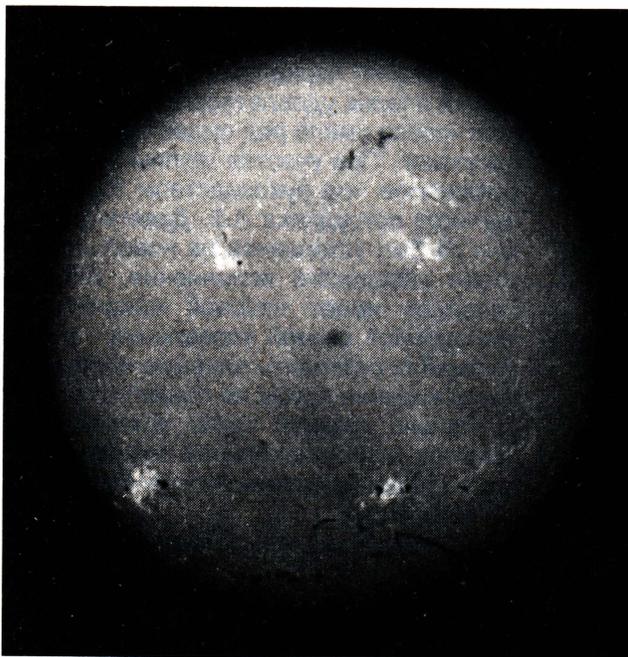
доктор физико-математических наук

**С.А. ЯЗЕВ**

кандидат физико-математических наук



Типичный вид "спокойного" полушария Солнца в августе-сентябре 1997 г. Снимок сделан Т.В. Говориной в Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН 31 августа



$H_\alpha$ -хромосфера "активного" полушария Солнца. Все группы пятен принадлежат, по-видимому, новому циклу солнечной активности. Снимок получен 9 сентября 1997 г. на хромосферном телескопе Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН

## Самодельный рефлектор с ПЗС-матрицей

Любительской астрономией, в том числе и телескопостроением, я занимаюсь с 1975 г. Высшим своим достижением в этой области считаю установку моего последнего телескопа, 320-мм рефлектора системы Кассегрена, в Пулковской обсерватории (*Земля и Вселенная*, 1996, 3). Мне особенно радостно, что сейчас, после того как было проведено исследование инструмента и исправлены выявленные в ходе этого исследования недостатки, телескоп стал постоянно действующим. В план науч-

ных исследований я предполагаю включить наблюдения комет, малых планет для определения их положений и вариаций блеска, наблюдения взаимных явлений в системах спутников больших планет и т.д.

Пробные наблюдения, проведенные после установки телескопа в Пулково, позволили на практике оценить качество изображения, а также работу электропривода и механики телескопа. При этом оптика телескопа проверялась не только по наблюдениям звездного неба, но и в лабораторных исследованиях на оптической скамье, в автоколлимационной схеме с плоским зеркалом. Оказалось, что оптика вполне удовлетворительна, а вот монтаж имел ряд существенных недостатков. При участии группы молодых астрономов под руководством старшего научного сотрудника А.В. Девяткина телескоп был установлен на новой монтажке заводского исполнения, АПШ-5. Телескоп имеет часовой механизм с электронной схемой управления, позволяющей производить плавную корректировку ведения трубы по обеим осям. Параллельно главной трубе установлены искатель – 80-мм школьный рефрактор, и гид – 150-мм менисковый телескоп системы Максутава.

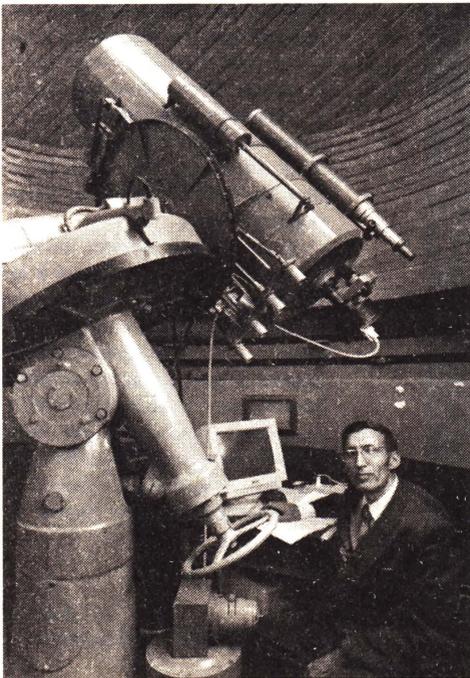
Основные технические данные инструмента:

Оптическая система – классический Кассегрен

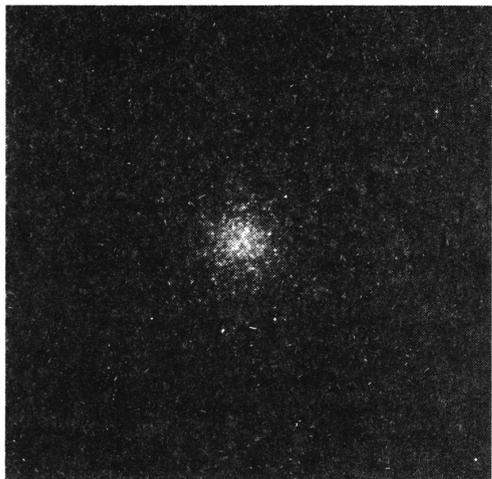
Эффективный диаметр главного зеркала – 320 мм

Эквивалентное фокусное расстояние – 2890 мм

Относительное отверстие – 1 : 9



Автор статьи у 320-мм рефлектора



*Шаровое скопление M-13 в созвездии Геркулеса*



*Шаровое скопление M-15 в созвездии Пегаса*

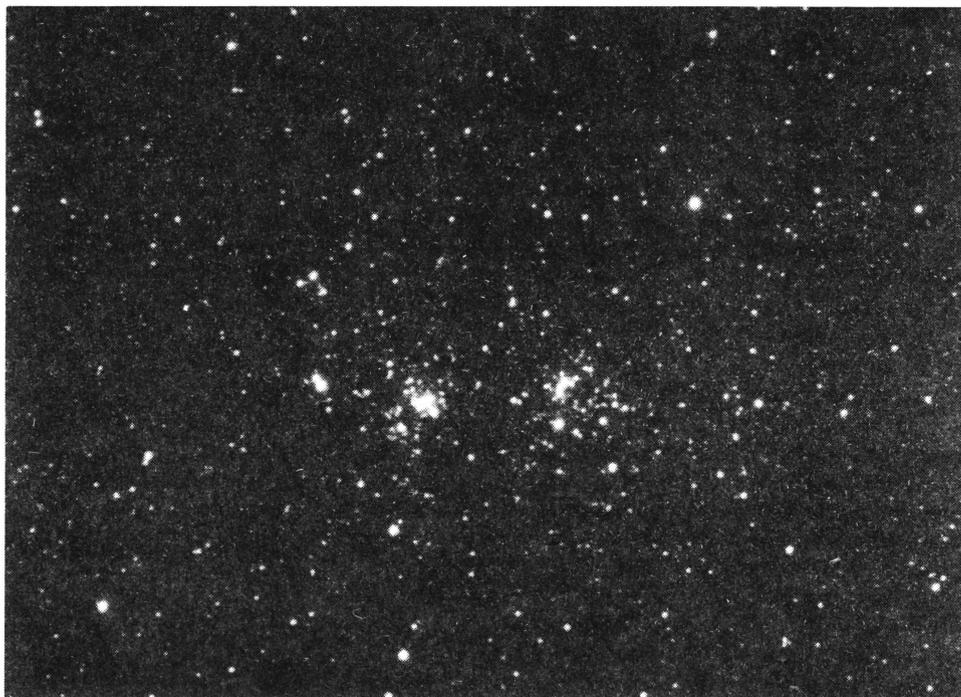
Проницающая способность,  
визуальная – 12-13<sup>m</sup>  
фотографическая – 17<sup>m</sup>

Масштаб изображения в кассегреновском фокусе – 1'11" на мм

Поле зрения при окуляре с отверстием 5,3 мм – 6'20"

Для фотографических наблюдений к окулярному узлу телескопа крепится камера. Наводка на фокус производится перемещением ее при помощи мик-

*Рассеянное звездное скопление  $\eta$  и  $\chi$  Персея*



рометрических винтов, а настройка на фокус – методом ножа Фуко.

Для фотокамеры сконструирован электромеханический затвор, позволяющий плавно перекрывать входное отверстие. Светонепроницаемая шторка прикреплена к гайкам, которые перемещаются вдоль вала с мелкой резьбой. Вал приводится во вращение реверсивными двигателями, находящимися на его противоположных концах.

В качестве приемника излучения в фокусе телескопа устанавливается прибор с зарядовой связью (ПЗС-матрица). Это матрица модели ST-6 OPTO-HEAD (США) с параметрами:

Линейные размеры – 8,6 × 6,5 мм

Количество пиксел – 375 × 242

Размеры пиксел – 23 × 27 мкм

Угловое поле зрения телескопа с ПЗС-матрицей – 10,3' × 7,8'

Управление наблюдениями и обработка результатов производится на персональном компьютере.

Установка собственноручно построенного телескопа в обсерватории и дальнейшая его модернизация стали для автора символом перехода от простого увлечения астрономией к серьезному занятию ею как наукой. До этого главной и почти единственной целью наблюдений было стремление увидеть воочию привлекательные объекты звездного неба или, в лучшем случае, получить их эффектные фотографии. Теперь автор предполагает непосредственно участвовать в работах, включенных в научные программы обсерватории. Первые изображения небесных объектов, полученные на телескопе, ясно показывают его пригодность для серьезных профессиональных работ.

*Р.Х. БЕКЯШЕВ,  
кандидат технических наук  
(г. Санкт-Петербург)*

## Информация

### **Причина рентгеновского излучения комет**

При наблюдениях яркой кометы Хиякутаки в марте 1996 г. астроном Майкл Мамма из Центра космических исследований им. Годдарда в Гринбелте (США) установил, что она излучает в рентгеновской части спектра значительно интенсивнее, чем можно было ожидать. Это было подтверждено приборами спутника «ROSAT». Рентгеновское излучение сейчас обнаружено у восьми

из девяти наблюдавшихся комет.

Выдвинуто несколько гипотез для объяснения этого явления, но все они были слабо аргументированы. Наиболее вероятно предположение, сделанное Т. Кравенсом из Канзасского университета, считающим, что рентгеновское излучение возникает при взаимодействии солнечного ветра с веществом кометы. Среди испускаемых Солнцем частиц встречаются многократно ионизованные атомы тяжелых элементов. Их положительный заряд так велик, что они способны отнимать электроны даже у нейтральных молекул (вода и окись углерода), которых достаточно в окрестностях головы кометы. При этом ион со вновь захваченным электроном, как пра-

вило, оказывается в высоко возбужденном состоянии. А отсутствие электронов на промежуточных орбитах, соответствующих промежуточным состояниям энергии иона, делает возможным резкий «перескок» электрона на уровень с низкой энергией. Разница энергий иона в этих двух состояниях столь велика, что испускаемый при переходе квант оказывается в рентгеновской части спектра. При «ступенчатом» переходе испускается несколько световых фотонов.

Т. Гомбоши с коллегами из Мичиганского университета рассчитали спектр излучения, возникающего при этом процессе, который почти точно совпал со спектром рентгеновского излучения кометы Хиякутаки.

New Scientist, 1997, 154, 17

## **Космическая экспозиция МАКС-97**

Третий Международный авиационно-космический салон (МАКС-97) проводился в рамках программы празднования 850-летия г. Москвы 19-24 августа 1997 г. на территории Летно-исследовательского института (ЛИИ) им. М. Громова в г. Жуковском Московской области. Организатором нынешнего салона, как и предыдущих выступило правительство России. Работы по подготовке и проведению выполнили Министерство экономики, ЛИИ и общество "Авиасалон". В ЛИИ свои экспозиции в павильонах и на открытых площадках общей площадью 164 тыс. м<sup>2</sup> представили 328 ведущих аэрокосмических фирм из 24 стран. Показательными выступлениями лучших авиационных новинок мира продемонстрирован уровень развития современных технологий. Особенно привлекли к себе внимание отечественные военные летательные аппараты, признанные машинами XXI в. На салоне был выставлен 151 образец новейших самолетов и вертолетов

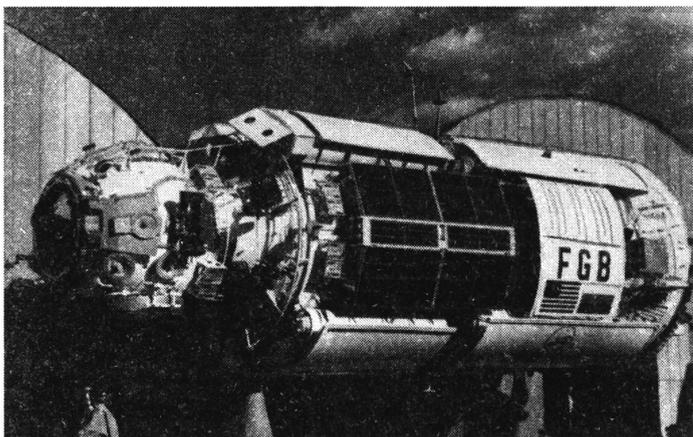
различного класса и назначения. По общему мнению специалистов, масштаб и значимость МАКС все более возрастают.

Российская экспозиция стала самой представительной – в салоне приняли участие более 250 предприятий авиационно-космической отрасли. Существенно превышен показатель двух предыдущих выставок (Земля и Вселенная, 1996, № 1) – площадь экспозиции космических новинок составила 17%. Это подтверждает уверенность, что несмотря на текущие экономические трудности космическая деятельность России продолжается, причем многие из программ ведутся на основе международного сотрудничества.

Перед объединенным павильоном российских космических предприятий был установлен полномасштабный макет первого элемента **Международной космической станции** (МКС) – функционально-грузовой блок (ФГБ) совместной разработки американской корпорации "Boeing" и рос-

сийской ГКНПЦ им. М.В. Хруничева. ФГБ (длина 12,5 м и стартовая масса 23,5 т) должен обеспечить управление положением станции на орбите, связь и энергоснабжение на начальном этапе полета, а его топливные резервуары будут использоваться на протяжении всего срока функционирования МКС – до 2015 г. Запуск одного из важных модулей российского сегмента МКС намечен на июнь 1998 г. Сборку на орбите самой крупной в истории человечества космической станции планируется завершить к 2002 г.

На стенде ГКНПЦ им. М.В. Хруничева отражены все направления деятельности – модели тяжелых ракет-носителей серии "Протон" и перспективной "Ангара" (способна запустить до 4,5 т груза на геостационарную орбиту, начало эксплуатации – 2000 г.), легкой ракеты конверсионной разработки "Рокот", несколько новых разгонных блоков в качестве верхних ступеней РН – "Бриз-М" (установленный на



Макет функционально-грузового модуля (ФГБ) – первого элемента Международной космической станции перед павильоном объединенной российской космической экспозиции

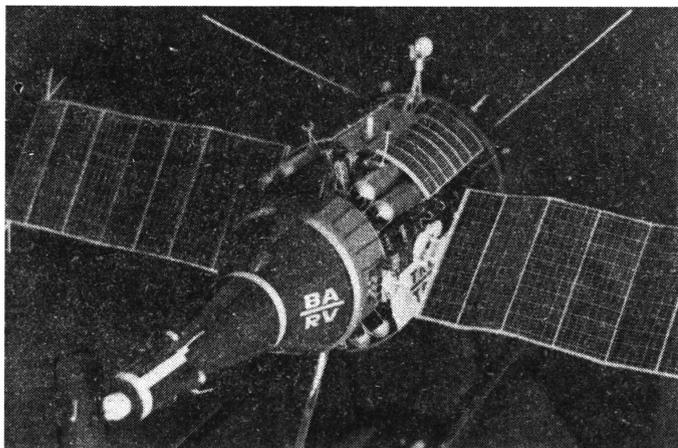
“Протоне” и работающий на том же топливе, он сможет запускать на стационарную орбиту КА массой до 3,3 т, начало летных испытаний – 1998 г.) и КВРБ (кислородно-водородная ступень будет использоваться с 2000 г. на РН “Протон-М”, “Ангара”, “Зенит”, и может быть, на “Ариане-5”). Здесь же представлены макеты ОК “Мир” и МКС, в создании которых участвует центр им. М.В. Хруничева.

Кроме ГКНПЦ, разработкой разгонных блоков РН занялось НПО им. Ла-

вочкина. РБ “Фрегат” (запас топлива – 5,3 т, тяга двигателя – 2 тс) может использоваться на новом носителе “Союз-2” (проект “Русь”) для запусков грузов массой до 1,8 т на геостационарную орбиту (ГСО) и соответственно 2,3 и 1,82 т – к Луне и Марсу. “Фрегат-2” оснащен маршевым двигателем тягой 2 тс (запас топлива – 12,4 т) и может включаться в вакууме до 20 раз, что позволит выводить на ГСО аппараты массой до 4,8 т, срок ввода в эксплуатацию – се-

редина 1999 г. Еще один РБ “Лифт” (с запасом топлива до 5,7 т и той же тягой) разрабатывается на конверсируемый носитель “Днепр” (SS-18) и способен запускать к Луне КА массой до 1,3 т. Совместно с РКК “Энергия” им. Королева создается двухступенчатый РБ “Флагман” (в качестве первой ступени используется блок “ДМ” с тягой двигателя 8,5 тс и общим запасом топлива 20 т), предназначенный для РН “Протон-К” и “Протон-М” (а в перспективе – на “Ангаре”), что позволит выводить спутники на ГСО массой до 3,5 т.

Кроме многочисленных ракетных систем, НПО им. С.А. Лавочкина, ранее создавшее серию межпланетных станций, также показало свои современные разработки – три астрономических спутника-обсерватории, работающие в разных диапазонах: “Спектр-Рентген-Гамма” (запуск намечен на середину 1998 г.), “Спектр-УФ” (с ультрафиолетовым телескопом) и “Спектр-Р” (с антенной радиотелескопа). В НПО им. Лавочкина прорабатываются и другие, не ме-



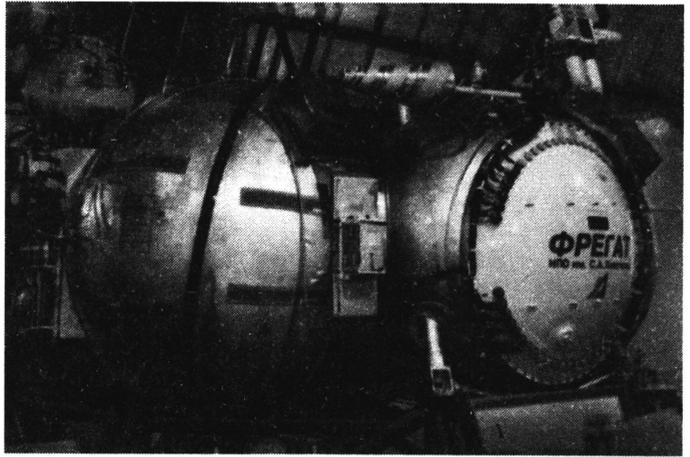
Одна из разработок ГКНПЦ им. М.В. Хруничева – макет транспортной пилотируемой системы “Алмаз”, испытанной в 70–80-е гг.

*Разгонный блок "Фрегат" для верхних ступеней ракет-носителей (НПО им. С.А. Лавочкина)*

нее интересные проекты зондов для исследований Луны, Марса и Плутона.

Центральное место на стенде самарского ЦСКБ-"Прогресс" заняла модель РН "Союз-2" с улучшенными характеристиками: при той же стартовой массе, что и прежние королевские ракеты, масса полезного груза возросла до 8,2 т (первый запуск планируется осуществить в 2000 г.). Она сможет в дальнейшем заменить все семейство знаменитой "семерки" и составит конкуренцию "Протону" в запусках спутников на ГСО (с РБ "Фрегат"). В экспозиции самарцы представили и другую продукцию – космические аппараты прикладного назначения: "Фотон" (материаловедение), "Бион" (биологические эксперименты), "Ресурс-Ф1М", "Ресурс-Ф2" и "Ресурс-ДК" (спектрозональная фотосъемка районов земной поверхности) и "Ника-Т1" (биотехническая лаборатория).

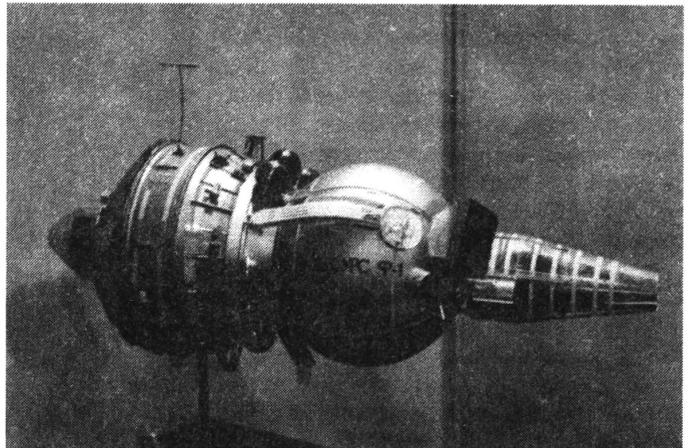
Стенд РКК "Энергия" показал новую тенденцию в политике фирмы. Главное внимание уделяется разработке собственных, полностью гражданского назначения, легких носителей и спутников связи. Корпорация объединилась с другими космическими фирмами в



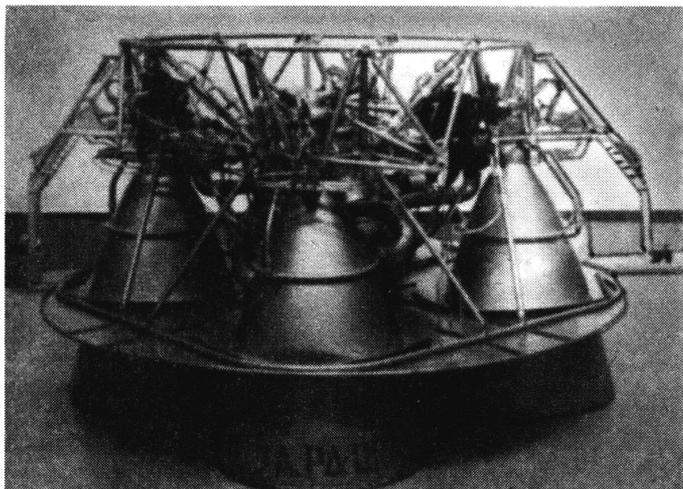
коммерческих программах по запуску космических аппаратов. С ГКНПЦ им. Хруничева и американской "Lockheed Martin" в маркетинге РН "Протон" – получено значительное число заказов (ИСЗ "Astra", "Iridium", "Inmarsat" и др.). А в рамках программы "Sea Launch" ("Морской старт") вместе с американским гигантом "Boeing", украинским КБ "Южное" и норвежской компанией "Kvaerner" предусматривается в Тихом океане с мобильной морской платформы в

районе экватора производить запуски космических аппаратов на стационарную орбиту при помощи ракетополетителей "Зенит". Уже получены заказы на 18 запусков от компаний "Loral" и "Hughes Space".

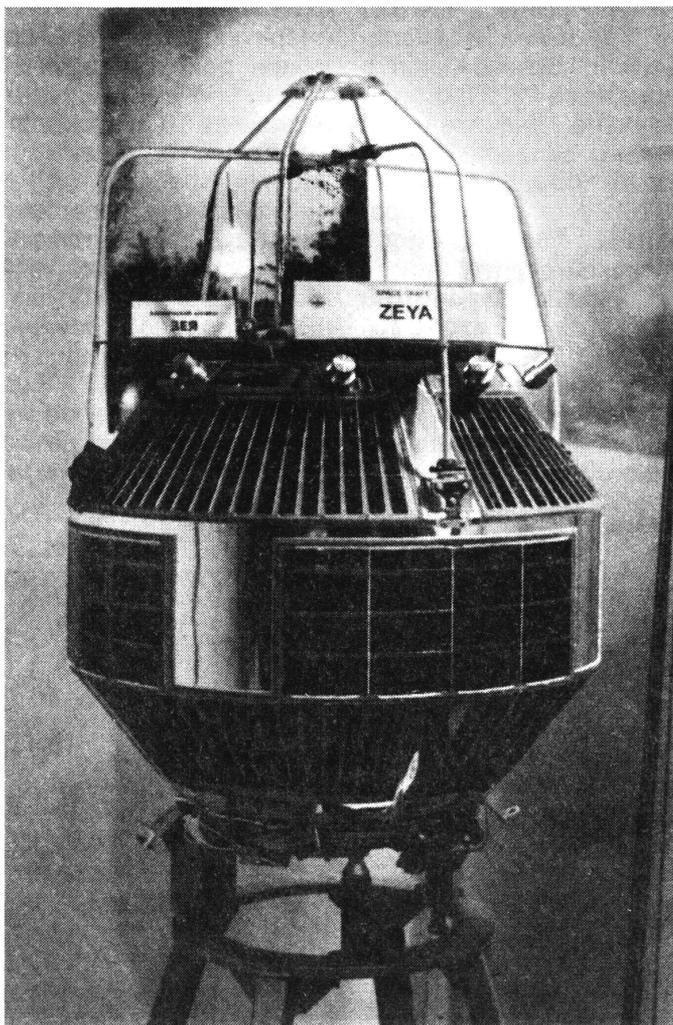
Экспозиция известных фирм КБ "Химвавтоматика" (Воронеж) и НПО "Энергомаш" им. Глушко включила в себя новинки и ретро-разработки. КБ "Химвавтоматика" был впервые представлен макет ранее сверхсекретного (единственного в мире)



*ИСЗ "Ресурс Ф-1" по изучению природных ресурсов Земли*



*Жидкостный ракетный двигатель РД-0124 (КБХА, Воронеж) перспективной РН "Союз-2"*



ядерного ракетного двигателя **РД-0410** (тяга в пустоте – 3,6 тс), который был создан в начале 70-х гг. и прошел стендовую отработку, предназначался для осуществления пилотируемой экспедиции на Марс... Можно было увидеть и новый кислородно-керосиновый ЖРД **РД-0124** (тяга в вакууме – 30 тс), разработанный для третьей ступени РН "Союз-2". Сейчас эти фирмы борются за повышение тяговооруженности и улучшение экологичности двигателей. Так, НПО "Энергомаш" провело цикл испытаний ЖРД РД-180 с улучшенными характеристиками и подготовило двигатель на новый американский носитель "Atlas-2AR".

Другая заслуженная фирма НПО машиностроение (Реутово), создавшая в 60–70-е гг. тяжелые научные спутники "Протон" и орбитальный военный комплекс "Алмаз", предлагала несколько проектов: систему спутниковой связи "**Руслан-РС**" (с точностью удержания на орбите 0,1°) и аппарат дистанционного зондирования на базе космической платформы "Алмаз". Также был предложен малый космический аппарат, со-

*Спутник "Зяя" (Военно-космические силы), стартовавший 4 марта 1997 г. с нового российского космодрома Свободный*



Модель РН "Рокот" с разгонным блоком "Бриз-М" и спутниками на стенде фирмы DASA (Германия)

стоящий из универсального служебного блока и отсека полезной нагрузки, комплектуемый различной аппаратурой. Например, радиолокатором с синтезированной апертурой в целях контроля окружающей среды, изучения недр, прибрежных и шельфовых зон в океане, экологического мониторинга или оптико-электронными приборами для исследования природных ресурсов.

Военно-космические силы России (ВКС) представили систему глобальной спутниковой навигации "Глонасс" и первый КА "Зоя" (масса 87 кг), запущенный с нового космодрома Свободный 4 марта 1997 г. (в интересах Министерства обороны и радиоловительской связи), средства обеспечения запуска (стартовые комплексы космодромов) и транспортные ракетные системы (эксплуатируемые и перспективные РН).

Главная фирма-производитель связанных спутников – НПО прикладной механики (Красноярск) – заглянула в будущее: перспективные КА различного назначения, с которыми собирается выходить на мировой рынок. ИСЗ непосредственного телевидения "Галс-Р16" создается по заказу компании "Бонум-1" для трансляции программ "НТВ-плюс". Готовится спутник фиксированной связи "Sesat" (сибирско-европейский спутник) в сотрудничестве с европейской международной организацией "Eutelsat". Геоостановочный КА связи следующего поколения "Экспресс-2000" (масса 2,6 т) создается на базе новых технологий (без герметичного служебного отсека). Спутник будет иметь возможность с повышенной точностью удерживаться в заранее заданной точке на орбите. Срок его службы – 15 лет.

Свои работы представили несколько зарубежных западноевропейских фирм и американская фирма "Boeing". Немецкая аэрокосмическая компания "Daimler-Benz Aerospace" (DASA) показала ряд направлений работ: пилотируемый модуль "COF" (Columbus) как элемент МКС (запуск в 2002 г.), свободнолетающую (возвращаемую)

исследовательскую платформу "Eureca". Фирма также приняла участие в создании семейства ракет-носителей "Ariane" и автоматического управляемого транспортного средства "ATV" (первый испытательный полет намечен на 2003 г.), много-частотный радиолокационный прибор "SiR-C" по изучению природных ресурсов и экологический ИСЗ "Envisat-1" (старт в 1998 г.), сбрасываемый зонд "Huygens" для изучения спутника Сатурна Титана в миссии "Cassini" и другие не менее интересные проекты.

Также была представлена информация о создании DASA и ГКНПЦ им. Хруничева совместного предприятия "Eurokot" по коммерческому использо-

ванию конверсируемой легкой РН "Рокот", способной запускать КА массой до 1,85 т. Компания вкладывает большие средства в строительство пускового комплекса РН "Рокот" на космодроме Плесецк, так как уже получен заказ на запуск шести американских спутников "DBSI" в 1999 г.

На стендах французских космических предприятий можно было познакомиться с новыми связными спутниками, технологиями и проектами. Например, "Aerospatiale" показало возвращаемую капсулу "ARD", несущую теплозащитное покрытие, подготовленная для испытания в третьем полете РН "Ariane-5" (1998 г.). Такой теплозащитой предполагается оснащать

пилотируемые транспортные корабли "СТV", обслуживающие МКС, и другие спускаемые аппараты. А фирма "SEP" представила серию ракетных двигателей для различных КА и РН "Ariane-4 и -5".

Выставка свидетельствует о том, что мировая космонавтика, включающая космонавтику России, не только не сдает своих позиций, но и продолжает развиваться, выходя на новый уровень. Российская космонавтика по-прежнему сохраняет свои завоевания и лидерство. Это еще раз подтвердил прошедший салон в Жуковском.

Л.А. АСТРОВ  
Фото автора

## НОВЫЕ КНИГИ

### Трудные дороги космоса

Выпущена книга известного "космического" журналиста и авиационного инженера Михаила Реброва о малоизвестных драматических (а порой и трагических!) событиях истории отечественной космонавтики (М.Ф. Ребров "Космические катастрофы. Странички из секретного досье", М., "Экс-Принт НВ", 1996 г.). Это рассказ о сложнейших ситуациях при реализации пилотируемых программ. Здесь и драматический полет Ю.А.



Гагарина на "Востоке" (и новые сведения о его гибели), и сложные

судьбы многих не полетевших космонавтов "гагаринского отряда", и трудные полеты кораблей "Восход-2" и "Союз-5", трагедии В.М. Комарова и экипажа "Союза-11". Автор освещает когда-то засекреченные программы "лунной гонки" ("Зонд", Л1 и Н1-Л3), а также разработку военной станции "Алмаз".

В 60-80-е гг. преднамеренно и жестко скрывалась правда о наших неудачах и авариях. Думали, что умолчание поднимет авторитет космонавтики и ее творцов. Но годы прошли, и сегодня надо знать правду о "белых пятнах".

Книга написана доступным, живым языком и будет полезна всем интересующимся космонавтикой. Автор использовал материалы фотохроники ТАСС, АПН и личных архивов.

## **Июнь-август 1997 г.**

За три месяца – июнь, июль и август 1997 г. – Геофизической службой РАН в режиме срочного оповещения о сильных и ощутимых сейсмических событиях зарегистрировано и обработано 70 землетрясений. Информация о них была своевременно передана в Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, а также в другие заинтересованные организации.

На территории России землетрясения произошли в основных сейсмически активных регионах: на Дальнем Востоке (Курило-Камчатская зона, Сахалин) – 6 землетрясений; на Кавказе – 4; в Прибайкалье, Забайкалье и Восточной Сибири – 4.

Самое сильное землетрясение имело магнитуду 6,3. В связи с тем, что его эпицентр располагался в океане вблизи восточного побережья острова Кунашир (Курильские острова), разрушения не наблюдались и человеческих жертв не было. Небольшое (4 балла) земле-

трясение отмечалось в г. Южно-Курильске (дребезжание окон, дверей, посуды, раскачивание висячих предметов, колебание жидкости в открытых сосудах). Остальные землетрясения были слабыми с магнитудой 2,5–4,8, девять из них – силой 2–3 балла: два произошли на Камчатке; три – на Курилах и Сахалине; одно – на Кавказе (в г. Сочи); три – в Прибайкалье и Забайкалье. В целом на территории России сейсмичность оставалась на обычном фоновом уровне.

Относительно спокойная сейсмическая обстановка отмечалась и в других сейсмоактивных регионах мира: в Центральной Азии (бывшие советские республики Средней Азии, Афганистан, Китай, Пакистан, Иран, Индия) зарегистрировано 18 землетрясений; в Средиземноморье – 4; Тихоокеанском сейсмическом поясе (Алеуты, Япония, Индонезия, Филиппины, Марианские острова и др.) – 27; в Центральной Америке – 7. Среди этих землетрясений не было ни одного с магнитудой 7 и более.

Особенно сильные (магнитуды 6,5–6,8) произошли в Центральной Америке (вблизи побережий Мексики, Северного Чили, в Карибском море), но и они также не сопровождались разрушениями и человеческими жертвами.

Стабилизировалась сейсмическая обстановка и в Центральной Азии, где в течение января-мая 1997 г. отмечалась экстремально высокая сейсмическая активность – средняя скорость развития сейсмического процесса ( $V$ ) превышала 30 землетр/год (для землетрясений с магнитудой более 5,7). В июне-августе 1997 г. она составила  $V = 4$  землетр/год, что соответствует средней скорости  $V = 4,2$  землетр/год, наблюдаемой в этом регионе в течение последних 22 лет (1975-96 гг.) (Земля и Вселенная, 1996, № 6).

*О.Е. СТАРОВОЙТ,*  
кандидат географических наук  
*Л.С. ЧЕПКУНАС,*  
кандидат географических наук  
Геофизическая служба РАН  
(г. Обнинск)

### Порожденные молнией

Явление, получившее название “эльфы”, открыто в 1996 г. Это серия мгновенных вспышек красного цвета, возникающих над грозовыми облаками на высоте около 90 км над земной поверхностью. Продолжительность явления очень невелика – всего 0,001 с, поэтому его невозможно зафиксировать не только зрительно, но даже специальными приборами.

Проследить за возникновением “эльфов” стало возможно в 1997 г. после того, как сотрудники Стэнфордского университета и Исследовательской лаборатории компании “Локхид–Мартин” в Пало-Альто (штат Калифорния, США) сконструировали высокочувствительный прибор, названный ими Fly’s Eye (“Мушинный

глаз”). Это 10 фотоумножителей, способных регистрировать вспышки, длящиеся всего 30 миллионных долей секунды. Они направлены на различные участки неба.

Летом и осенью 1997 г. “Мушинный глаз” применили во время частых гроз в районе хребта Юкка (штат Колорадо на западе США). Было установлено, что “эльф” обычно возникает примерно через 150 мксек после молниевых разряда. Затем, после небольшого промежутка времени, появляется вторая серия вспышек, существующая дольше первой. Распространение “эльфов” в пространстве подобно движению волны по поверхности пруда, в который брошен камень. Оно продолжается около 220 мкс. За это время кольцо света успевает расшириться до диаметра 230 км.

Подтверждена гипотеза, согласно которой “эльфы” вызываются всплеском генерируемых молнией радиоволн. Проход через ионосферу, радиопульс, создающий интенсивное электрическое

поле, ускоряет движение электронов. А те, сталкиваясь с молекулами азота, заставляют их излучать красный свет. Специалист по физике верхней атмосферы Р. Руссель-Дюпре из Лос-Аламосской национальной лаборатории в штате Нью-Мексико соглашается с тем, что возбуждение “эльфов” связано с разогревом среды радиоволнами. Но он напоминает: более года назад были открыты “феи” или “домовые” – такие же красные вспышки, только возникающие в нижней стратосфере. Ученый полагает, что радиопульсы “фей” могут на самом деле быть истинным источником энергии для подобных явлений. Но сами они возбуждаются вторжением в атмосферу высокоэнергичных частиц космического излучения.

Дальнейшее изучение феномена важно, поскольку оно, по-видимому, как-то влияет на состояние озонового слоя Земли.

New Scientist, 1997.154, 17

### Земная кора, возможно, намного моложе

Группа ученых из Австралийского национального университета в Канберре изучила соотношение содержания ниобия и урана (возраст – около 2,7 млрд лет) в образцах базальтовых пород Западной Австралии. Ученые пришли к выводу, что кора, вероятно, родилась позже, чем полагали до сих пор.

Согласно общепринятым представлениям, внешняя оболочка Земли первоначально представляла собой базальты. Ныне они выстилают дно океанов, изливаясь на его поверхность при извержениях вулканов. После переплава базальты обогащаются кремнеземом, образуя первичную континентальную кору.

Поднявшись на поверхность из области расплавленной мантии Земли базальты сохраняют ее химический состав. Количество корового материала, возникшего за 2,7 млрд лет, специалисты определяли по относительному содержанию в нем ниобия и урана. В мантии урана больше, чем ниобия, примерно в 30 раз. То же соотношение в упавших на Землю метеоритах. Их состав считается характерным и для ранней эпохи образования нашей планеты. При возникновении континентальных пород уран (как и многие другие элементы) переходил в состав коры из мантии. В результате соотношение ниобия и урана в мантии теперь – 1:47, а в континентальной породе всего лишь – 1:10.

Древнейшие базальты Австралии концентрируют эти элементы в относительном количестве 1:47.

Следовательно, переход урана из мантии в континентальные породы произошел уже 2,7 млрд лет назад. Значит, Земле потребовалось менее половины всего времени ее существования на то, чтобы масса континентальных пород достигла нынешнего объема. Большая часть этой ранней коры уже исчезла, подвергшись эрозии и смыву в океан. Оттуда они были затянута в область мантии, где постоянно идет процесс образования новой коры. Но общий объем континентальных пород должен оставаться одинаковым в течение по меньшей мере 2,7 млрд лет.

Для подтверждения выводов предстоит исследовать базальты других регионов Земли, относящиеся к более ранним периодам ее истории.

Science, 1997, 275, 498, 521  
Science News, 1997, 151, 70

## Лето 1997 г. Разгул стихий

Лето, которого в минувшем году долго ждали после суровой зимы и тяжелой холодной весны, принесло множество стихийных бедствий. Причем, если раньше от них страдали в основном области, которые подвержены нашествиям тропических циклонов, то теперь зона погодных катастроф оказалась в самом центре Европы. Сообщения о бедствиях поступали из Белоруссии, Украины, Польши, Чехии, Словакии, Германии, т.е. из стран, расположенных в благополучной климатической зоне. Даже спокойному Подмосковию досталось от стихий.

К сожалению, все меньше данных поступает в Гидрометцентр России в последние месяцы. Всемирная сеть метеорологических станций переживает трудные времена в связи с сокращением финансирования (это не только российская проблема!). Многие станции закрываются, другие стали передавать информацию не 8 раз в сутки, а 3–4 или даже один раз...

### УРАГАНЫ И НАВОДНЕНИЯ

Лето началось с урагана, который в самом начале июня обрушился на юго-восток Белоруссии, причинив массу разрушений, он унес более 30 человеческих жизней. Затем он прокатился по Волынской области Украины, где тоже натворил массу бед, и дошел до Карпат.

Далее события приняли странный и драматический характер. Дойдя до Карпат, барическая система как будто “приросла” к горам. Изю дня в день почти в течение всего июня и июля синоптики наблюдали плотный комок густой облачности над Карпатами.

Почти два месяца шли непрерывные дожди. Реки, берущие начало в горах, вышли из берегов и затопили огромные пространства восточноевропейских стран, которые стали зоной бедствия. Уровень воды в Одере поднимался на 7 м. Столь же высоки были подъемы уровней Вислы и Эльбы. Там затопле-

ны 2-х и 3-х этажные дома. Средства массовой информации переполнили сообщения о жертвах и разрушениях. Сведения о числе жертв при этом носили противоречивый характер. По-видимому, потеряны тысячи жизней. Лишь благодаря хорошей организации спасательных служб удалось избежать эпидемий...

Необычное явление произошло и в Подмосковию. В ночь с 7 на 8 июня с юга подошел теплый фронт с мощными грозвыми тучами и интенсивными ливнями. В Истре за ночь выпало 87 мм осадков, а местами в Подмосковию отмечены осадки до 100 мм. Потоки воды разрушили ветхие мосты и плотины, а в Бутово грозю были убиты два человека. К сожалению, большая часть метеостанций не зафиксировала это явление, количество осадков там, где их выпало больше всего (южные районы Московской области), осталось неизвестным. В этот же день, 8 июня, в пензенской области ливни разрушили зем-

ляные плотины, смыли посева на площади 500 га, размыли дороги и подтопили жилые дома. Были повреждены линии электропередач и линии связи.

#### ЦИКЛОНЫ НЕ ЗАМЕТИЛИ ЛЕТА

Прошедшее лето преоднесло множество малоприятных сюрпризов. Как бы не “заметили” его атлантические циклоны, которые в это время года обычно слабее, чем зимой, и сохранили вполне зимнюю энергию. Циклоны шли двумя путями: по крайнему северу Европы, огибая область высокого давления над Скандинавией и вторгаясь затем в Сибирь, и по южной траектории примерно вдоль 35-40° с.ш. Первые приносили сильные дожди, штормы, ураганные ветры и даже метели на Таймыр, в Мурманскую область, в Ямало-Ненецкий национальный округ. В Салехарде лето началось с урагана, достигшего силы 40 м/с. Таймыр подвергался метелям и штормовым ветрам силою до 25-30 м/с вплоть до 20-х чисел июня, а Ямало-Ненецкий автономный округ выдерживал натиск штормов непрерывно в течение июня и июля. Штормовые ветры бушевали и вдали от арктических берегов: в начале июня – в Смоленской области и Татарии (20-25 м/с), в начале июля – на юге Западной Сибири (25-30 м/с). Сорваны крыши почти с 200 зданий, сгорели подстанции в

Томской области, один человек убит молнией. В Новосибирской области ущерб от стихии составил 3 млрд руб.

Фронты, сопутствующие циклонам, обусловили интенсивные меридиональные процессы, принося то теплые воздушные массы с юга, то холодные – из арктических широт. Поэтому лето оказалось неустойчивым, с очень резкими перепадами температур.

Что касается вторых южных циклонов, то они испортили погоду в Испании и Португалии, в Центральном и Восточном Средиземноморье и на обширных территориях, прилегающих к Черному морю. На юге Украины, в Крыму, в Ростовской области, на Черноморском побережье Кавказа, на всей территории Турции почти все лето непрерывно шли проливные дожди. В Дагестане 27 июня селевый поток, вызванный затяжными ливнями, перекрыл реку, и уровень воды в ней поднялся на 5 м, что привело к затоплению пяти селений. 16-17 июля в Дагестане и Ставропольском крае также были сильные дождевые паводки. С 1 по 15 июля в Северо-Кавказском регионе и в Астраханской области шли сильные дожди с градом, выпало 200-580% нормы осадков, и в результате – гибель сельскохозяйственных посевов. Но особенно тяжелая ситуация сложилась 8-10 августа, когда из-за проливных дождей реки Кубань и Сочинка вышли из берегов. В Сочи

были подтоплены жилые кварталы вблизи реки, повреждены линии связи и железнодорожные насыпи. Плотные облака не пропускали значительную часть солнечной радиации, поэтому температура воздуха здесь была ниже нормы. Температура воды в Средиземном море также была ниже нормы – в Восточном Средиземноморье к концу лета температура воды оказалась на 2°С ниже обычных значений.

#### САМЫЙ СУХОЙ ИЮЛЬ ВЕКА

В то же время теплое и сухое лето стояло на Скандинавском полуострове, в Прибалтике и на северо-западе России: температура воздуха здесь превышала норму на +3° – +4°С. 28 августа в С.-Петербурге был перекрыт на 2°С абсолютный максимум этого дня – жара достигла +29,8°С.

Длительная засуха привела к массовым лесным пожарам. В Ленинградской и Тверской областях, где в земле остались с войны во множестве неразорвавшиеся снаряды, они стали взрываться от огня.

Чрезвычайная пожароопасность в августе отмечена в Архангельской, Тамбовской, Оренбургской областях, в Центральном, Центрально-Черноземном, Уральском районах, на севере Хабаровского края, в Якутии и Магаданской области. Всего этим летом сгорело около 50 000 га лесных территорий.

В Москве июль 1997 г. оказался самым сухим за весь период наблюдений с 1895 г. – выпало всего 6 мм осадков. Даже в печально знаменитом своей засушливостью 1972 г. осадков выпало почти втрое больше – 16 мм.

Очень жарким было лето в Поволжье, в Якутии, на Алтае, в Приморье и Хабаровском крае, на Аляске – здесь месячные аномалии достигали +2 – +3°C. Но Дальний Восток, также как и север Евразии все лето подвергался нашествию интенсивных циклонов со штормовыми ветрами и ливнями. Особенно доставалось югу Камчатки, Чукотке и Курилам, где сила ветра нередко достигала 30-35 м/с, особенно в августе, когда стали выходить тайфуны с Тихого океана.

Погодные капризы привели к тому, что, в то время как в одних районах стояла жара и засуха, в других – не прекращались заморозки. Если в июне заморозки – обычное дело, то в июле в этом году они отмечены впервые. В середине июля в Карелии (до -2°C), в двадцатых числах месяца – на Северном Урале (впервые), а в конце его – в Эвенкии. 12-13 августа заморозки до -3°C охватили обширные области Центральной России. Ви-

ною этих холодов оказалась своеобразная огромная “ложбина”, протянувшаяся от Канады через Северный полюс на центральные районы Евразийского континента. В этой ложбине все лето сохранялись отрицательные аномалии температуры. А на крайнем севере Канады, за параллелью 80° с.ш. обосновался “полюс холода”, где уже с ноября прошлого года с небольшими перерывами продолжает удерживаться самая низкая температура на Северном полушарии.

В ПРЕДДВЕРИИ эль-ниньо?

Довольно неприятная аномалия наблюдается в Баренцевом море: здесь также примерно с ноября 1996 г. удерживаются очень холодные воды – температура воды постоянно на 1-2°C ниже нормы. Рыба, не привыкшая к такому холоду, ушла.

И еще об одной части Мирового океана следует упомянуть особо. Уже с мая, то есть четыре месяца подряд, исключительно интенсивно развивается “теплый эпизод” на востоке в приэкваториальных широтах Тихого океана. По-видимому, он наиболее интенсивен, начиная с 1957 г. (с того времени, когда более или

менее регулярно стали собирать данные морских метеорологических наблюдений). У берегов Перу, Эквадора и Колумбии в холодном Перуанском течении аномалии температуры воды превышают +4°C и даже +5°C. Уже в июле метеорологи США сообщили о появлении самого сильного в этом столетии Эль-Ниньо со всеми сопутствующими ему бедствиями: сильнейшими ливнями и наводнениями в Перу и Чили, засухами в Индонезии, Австралии, Малайзии. По прогнозу, в начале 1998 г. ожидается дальнейшее усиление Эль-Ниньо.

Нельзя сказать ничего определенного о влиянии Эль-Ниньо на погоду Евразии. Замечено только, что в эти годы усиливается циклоническая деятельность на Скандинавском полуострове, а на юго-востоке европейской части России, на юге Западной Сибири и в Казахстане, наоборот, усиливается антициклоническая деятельность. Поэтому жителям центра России зимой можно ожидать неустойчивой погоды, с частыми оттепелями и снегопадами.

*Б.А. БИРМАН,*

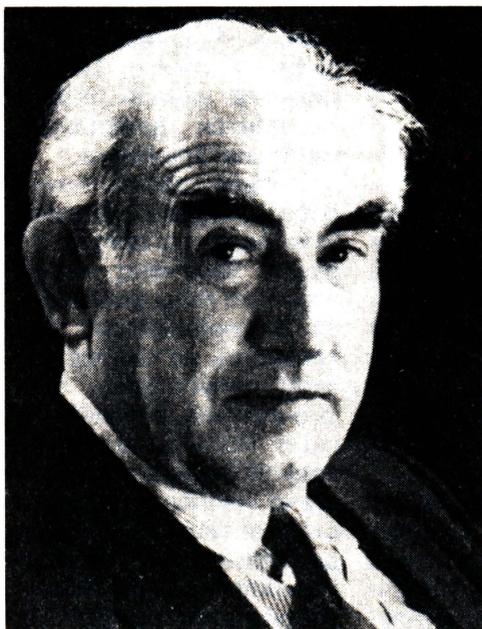
*кандидат географических наук*

*Е.В. БАЛАШОВА,*

*кандидат географических наук*

*Гидрометеоцентр РФ*

## Книга академика В.Л. Гинзбурга “О физике и астрофизике”



Написать заметку о научно-популярной книге Виталия Лазаревича Гинзбурга оказалось делом непростым. Почти сразу стало ясно, что кратко изложить

содержание основных идей выдающегося физика-универсала не удастся лучше, чем это сделал он сам в предисловии к первой части книги и в списке “особенно важных и интересных проблем”. И все-таки необходимо сообщить читателям журнала о выходе в 1995 г. третьего, переработанного и существенно дополненного издания этой уникальной книги, дать представление как о книге в целом, так и о состоянии и перспективах решения важнейших проблем астрофизики, как это видится в середине 90-х гг. одному из крупнейших ученых современности. Замечательная особенность книги – пронизывающая ее самокритичность, постоянное стремление автора оценить степень правильности или ошибочности собственных взглядов на состояние проблемы и на вероятные пути ее решения. По-видимому, это и есть знак высокой пробы истинной науки. Ведь такой подход не встречается в разного рода псевдонауках (астрология, полтергейст, жизнь после смерти, управление биополями и т.п.), перекочевавших в последние годы со страниц желтой прессы во многие “солидные” газеты и журналы.

Итак, попробуем исходить (как это и есть на самом деле) с точки зрения одного из читателей “Земли и Вселенной”, интересующегося важнейшими достижениями физики и астрономии из естественной потребности знать свойства мира, в котором мы живем. Хотя бы важнейшие, глобальные. Где взять такие сведения, допустим, за последнюю четверть века? Статьи в профессио-

# В.Л. Гинзбург

## О ФИЗИКЕ И АСТРОФИЗИКЕ

нальных журналах пишутся для специалистов, непосвященный мало что может понять в них. Остается чтение серьезных научно-популярных журналов, таких как "Природа", "Земля и Вселенная", "Наука и жизнь" и др.

Но подобные сведения появляются эпизодически. Другое дело, если выходит из печати книга, охватывающая практически весь набор крупнейших проблем физики, да еще и астрофизики. Такая книга – редчайшее событие. А в данном случае она еще и написана выдающимся ученым, любящим и умеющим писать для просто образованных людей. Обращаясь к науковедческому образу, введенному самим В.Л. Гинзбургом, скажем так: математическое ожидание открытия (события) можно получить как произведение его вероятности (очень малой) на значимость (очень большую), и тогда это ожидание становится не такой уж малой величи-

ной. Перед нами как раз и есть реализация события такого ранга.

Расскажем о содержании книги. В ней три части. Первая посвящена собственно крупнейшим научным проблемам, систематизированным по трем разделам: **макрофизика, микрофизика и астрофизика**. Вторая часть – об истории и методологии науки. Ее основные темы: Как развивается наука? Как и кто создал теорию относительности? Нужна ли новая физика в астрономии? Законы физики и проблема внеземных цивилизаций. Широта взглядов и информированность – важные условия успеха в работе. О научно-популярной литературе и еще кое о чем. Заметки по поводу юбилея. Опыт научной автобиографии.

Третья часть – мемуарного характера. В ней помещены статьи В.Л. Гинзбурга о выдающихся физиках нашей страны: И.Е. Тамме, Л.И. Мандельштаме, Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшице, И.М. Франке, Г.С. Ландсберге, М.В. Келдыше и др., о нескольких великих физиках XX века: Альберте Эйнштейне, Нильсе Боре, Ричарде Фейнмане, Джоне Бардине. Почти во всех статьях много внимания уделяется размышлениям автора о вкладе ученого в науку, стиле его работы, человеческом облике. В некоторых случаях (Н. Бор, Д. Бардин, Ян Оорт) имя ученого служит поводом для рассуждений автора о фундаментальных научных проблемах. В этой же части помещены глава о феномене А.Д. Сахарова и заметки о А.И. Солженицыне. Приведено много материалов из переписки автора с А.Д. Сахаровым и А.И. Солженицыным (некоторые письма публикуются впервые).

Перечислим **"особенно важные и интересные проблемы физики"**, а затем немного более подробно остановимся на проблемах астрофизики, выделяемых В.Л. Гинзбургом. В **макрофизике** это управляемый ядерный синтез, высокотемпературная сверхпроводимость, новые вещества (металлический водород и др.), фазовые переходы второго рода, экситонная жидкость в твердом теле, физика поверхности (новые фазы, фазовые переходы, волны, возбужденные состояния: магноны, поля-

ритоны и т.д.), жидкие кристаллы и фуллерены, вещества в сверхсильных магнитных полях, разеры, гразеры и сверхмощные лазеры, сильнонелинейные явления (солитоны, хаос, странные аттракторы), далекие трансурановые элементы. В **микрофизике** – это квантовая хромодинамика (теория кварков и глюонов), единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия (успешно создаваемая), “великое объединение” (единая теория слабого, электромагнитного и сильного взаимодействий, начало которой уже заложено), а также суперобъединение этих трех видов взаимодействия с гравитационным (в отдаленной перспективе), фундаментальная длина (гравитационная или планковская длина порядка  $10^{-33}$  см, ниже которой понятие размера теряет смысл); поведение частиц при сверхвысоких энергиях, фазовые переходы и флуктуации в физическом вакууме (виртуальные фотоны, электрон-позитронные пары и т.д. в “кипящей операторной жидкости” – вакууме).

Перейдем к **главнейшим проблемам астрофизики** в трактовке их В.Л. Гинзбургом. **Проблема первая** – экспериментальная проверка границ применимости общей теории относительности (ОТО). К настоящему моменту не получено ни одного наблюдательного и/или экспериментального результата, который, при фиксированной точности измерений, не может быть объяснен с помощью ОТО. Однако В.Л. Гинзбург полагает, что ОТО может нарушаться вблизи и внутри сверхмассивных космических тел, в окрестностях черных дыр и вблизи сингулярностей, вообще в сверхсильных гравитационных полях.

**Вторая проблема** – регистрация гравитационных волн и создание гравитационно-волновой астрономии. По-видимому, в ближайшем будущем экспериментаторам удастся решить эту проблему. Разрабатываются все более чувствительные приемники гравитационного излучения от двойных пульсаров, импульсов гравитационного излучения, испускаемых при коллапсе звезд с образованием нейтронной звезды или черной дыры (Земля и Вселенная, 1981, № 6).

**Третья проблема** – сингулярности в космологии, получаемые при решении уравнений ОТО. По мнению автора, в будущей (“неэйнштейновой”) теории сингулярности исчезнут, поскольку уравнения ОТО нельзя экстраполировать на области с плотностью вещества по порядку величины близкие к  $\rho_g \sim 10^{94}$  г/см<sup>3</sup> (выше не бывает). ОТО сохранится как частный случай, хорошо описывающий состояние Вселенной, исключая окрестности сингулярных точек. В последние годы разрабатывается теория квантовых флуктуаций при сверхвысоких плотностях, приводящая в некоторых случаях к инфляционному раздуванию Вселенной из вакуумноподобного состояния. Сингулярность при этом не затрагивается: расширение Вселенной (по Фридману) рассматривается “отступив” от нее, хотя и на малый временной интервал  $10^{-35}$  с. До этого момента было состояние вакуума с отрицательным давлением, осцилляции, раздувание, фазовые переходы в вакууме. Таков в общих чертах предмет пока только зарождающейся новой теории – квантовой космологии.

**Следующая проблема астрофизики** – нейтронные звезды и рентгеновские пульсары, черные дыры и мини-дыры. С начала 1970-х гг. обнаружено более тридцати пульсаров, излучающих в рентгеновском диапазоне. Это тесные двойные системы, одним из компонентов которых является нейтронная звезда, быстро вращающаяся и сильно намагниченная (Земля и Вселенная, 1990, № 6). В предельном случае нейтронных звезд с высокими плотностями в центре до  $10^{16}$  г/см<sup>3</sup> могут, как предполагается, возникать кварковые ядра звезд (Земля и Вселенная, 1992, № 3). В этой группе вопросов особенно актуальным автор считает поиск излучения от взрывов черных мини-дыр с массой около  $10^{15}$  г и гравитационным радиусом около  $10^{-13}$  см. Их обнаружение указывало бы на “характер развития Вселенной в фазе ее высокой плотности”.

**Еще одной из важнейших проблем астрофизики** В.Л. Гинзбург называет природу квазаров и ядер галактик, образование галактик и их скоплений и

связанную с этим проблему скрытой массы. Сейчас считают, что в ядрах галактик есть массивные черные дыры. Предполагая, что звезды вращаются вокруг ядер галактик, и решая уравнения движения, получают кривые вращения, отклоняющиеся от законов динамики. Получается, что пространство почти на 90% заполнено скрытой массой (Земля и Вселенная, 1991, № 4). Ее связывают с частицами как уже известными, но трудно регистрируемыми – нейтрино, так и с гипотетическими – гравитонами, гравитино, фотино, нейтралито, аксионами. Не исключена роль макроскопических, хотя и предельно тонких (около  $10^{-29}$  см) космических струн, имеющих гигантскую массу. Здесь возникает, как пишет автор, “целый мир образов и представлений”.

Далее В.Л. Гинзбург рассматривает проблему “**всеволновой астрономии**”. Физика космических лучей стала частью астрофизики высоких энергий, ее другие составные части – рентгеновская и гамма-астрономия (Земля и Вселенная, 1976, № 5). Автор пишет и о нейтринной астрономии. Прием нейтрино уверенно осуществляется несмотря на огромные экспериментальные трудности. Лишь нейтрино несет прямую информацию о процессах внутри звезд. Уже первые результаты показали, что “здесь, возможно, действительно нужна “новая физика”. Создание всеволновой астрономии рассматривается как вторая астрономическая революция (первая связана с появлением телескопов).

Многим будет интересно познакомиться со второй частью книги, посвященной **науковедению** в широком смысле. Она, как и последующая мемуарная часть, читается с неослабевающим интересом, благодаря нетривиальным мыслям и раскованному языку автора. Его стиль вполне уместно уподобить художественной прозе, а местами и поэтическому видению мира. Здесь проиллюстрировано, что до сих пор развитие науки шло по экспоненциальному закону, однако возможности такого роста уже исчерпаны. Неизбежно стабилизируется или даже сократится число ученых в мире (что уже наблюда-

ется у нас в стране). Нужно думать о создании “оптимальных условий для эффективности и плодотворности труда ученых”. В книге обсуждается и проблема внеземных цивилизаций, при этом отрицается в принципе возможность существования небелковых и немолекулярных цивилизаций. Автор проводит различие между законными спекуляциями (умозрительными построениями, не противоречащими законам физики) и лженаучной фантастикой.

Особый интерес представляет переписка автора, заведующего отделом теоретической физики ФИАН, с академиком А.Д. Сахаровым, сотрудником этого отдела, находящимся тогда в ссылке в г. Горьком. В.Л. Гинзбург и многие сотрудники отдела неоднократно навещали Андрея Дмитриевича, обсуждали новейшие физические проблемы, научные статьи, подготавливаемые А.Д. Сахаровым для печати. В.Л. Гинзбург уделяет особое внимание разъяснению некоторых недоразумений, иногда возникших в этом сотрудничестве не по вине ученых. Так, в одной из статей А.Д. Сахарова от 1980 г. есть фраза: “органы КГБ разрешили моим сослуживцам... навестить меня (даже порекомендовали)”. Позже А.Д. Сахаров в письме президенту АН СССР, как пишет автор книги, “уже почти что называет нас посланцами КГБ”. В.Л. Гинзбург написал в ответ два письма. Впрочем, второе, довольно резкое, он не отправил, чтобы не огорчать А.Д. Сахарова, “ему и так было плохо... Но обида еще долго жила в моем сердце”.

В.Л. Гинзбург откровенно пишет о своем несогласии с голодовками А.Д. Сахарова. Это мнение разделяли и его коллеги, сослуживцы А.Д. Сахарова. “Голодовка в связи с требованием выпустить Е. Алексееву [невесту сына Е.Г. Боннэр – в США]... также не вызвала широкого сочувствия” (с. 487). С мотивами голодовки был не согласен и А.И. Солженицын. Вот слова из его письма В.Л. Гинзбургу: “И обидно, что – голодовки по таким частным семейным поводам, ничего не дающим в общественном смысле, а, напротив, отвлекающим от него”. В.Л. Гинзбург пишет: “Мне трудно поверить, что Е.Г. Боннэр не могла

предотвратить эту голодовку [в апреле 1985 г.], целью которой была ее поездка в США», хотя «хорошо знала, на какие муки идет Сахаров». (с. 493). (Письмо А.Д. Сахарова с описанием издевательств над ним во время голодовки 1984 г. помещено в книге.) В.Л. Гинзбург согласен, что «Сахаров бился не только за ее отъезд..., но и за всех нас». Но победа была достигнута слишком дорогой ценой, мы потеряли его раньше времени.

К сожалению, у нас нет возможности рассказать о других материалах третьей части издания. Закончить статью хотелось бы цитатой из книги, раскрывающей познавательную цель ее: «Опыт прошлого учесть еще сравнительно легко, хотя мы знаем много примеров, когда история ничему не научила. Но все же значительно труднее на пестром

фоне сегодняшнего дня отбросить второстепенное и уловить глубинные потоки и тенденции развития, экстраполировать эти тенденции на какой-то период в будущее с целью понять, чего мы можем ожидать, к чему должны готовиться. Успех здесь возможен только как плод большого труда, опыта, интуиции, озарения...

Информация, захлестывающая нас, огромна и в чем-то подобна шуму толпы. Хотим же мы услышать отдельные голоса, подсказывающие дорогу, зовущие за собой. Благодарная и главная задача истории и методологии науки – обострить наш слух, помочь продвижению вперед» (с. 177).

*Б.С. ГОРОБЕЦ*

*доктор геолого-минералогических наук  
кандидат физико-математических наук*

## Информация

### **Кончина Юджина Шумейкера**

Автомобильная катастрофа 18 июля 1997 г. унесла из жизни выдающегося американского планетолога и геолога Юджина Шумейкера.

Ю. Шумейкер и его жена Кэролайн (уцелевшая при катастрофе) получили признание как «ловцы комет». Наиболее известной стала комета, получившая название кометы Шумейкеров-Леви 9, открытая ими вместе с Д. Леви. Это та самая комета, за падением которой на Юпитер в 1994 г. следили миллионы людей во всем мире («Земля и Вселенная», 1994, 1; 1996, 1 – *Ред.*).

Ю. Шумейкер внес громадный вклад в дело создания планетологии как науки, объединившей астрономические и геологические методы исследования; именно он стал инициатором внесения геоло-

гических принципов в изучение небесных тел. Он был «профессором геологии» для американских астронавтов, готовившихся к высадке на Луне при подготовке программы «Apollo», а затем возглавлял изучение привезенных ими образцов лунных пород.

Ю. Шумейкер организовал в рамках Геологической службы США специальный отдел астрогеологии, который в настоящее время успешно занимается составлением карт поверхностей планет и их спутников с использованием телеметрических данных и геологической методики. Руководимая им группа специалистов первой высказала предположение, что обнаруженные с борта космического зонда образования на Ио – вздымающиеся колонны материи – представляют собой гейзеры и вулканы, извергающие серу и ее соединения с кислородом. Так было доказано существование вулканизма вне Земли.

Ю. Шумейкером посвящены многие годы изучению Юго-Запада США, в особенности Аризоны. Его книга о геологии этого района (в соавторстве с Ч. Рочем и

Ф. Бейкером) вышла 35 лет назад и до сих пор полезна практикам. То, что известно о строении и эволюции знаменитого Большого каньона Колорадо, во многом опирается на работы ученого.

Но и при изучении геологии Земли Ю. Шумейкер не забывал о Космосе, о его действии на Землю. Ряд его работ привел к возникновению концепции, что столкновения Земли с различными небесными телами были, и до некоторой степени остаются, важным фактором геологических процессов на планете. Он и погиб при исследовании последствий таких столкновений в экспедиции по изучению ударных метеоритных кратеров Австралии.

Ю. Шумейкер с 1980 г. – член Национальной академии наук США. Несомненно, что созданная им научная школа плодотворно продолжит дело, начатое Ю. Шумейкером, но отсутствие этого добродетельного и вдумчивого человека еще долго будет ощущаться всеми, кто его знал.

*Б.И. СИЛКИН*

**Указатель статей, опубликованных в "Земле и Вселенной" в разделе  
"Любительская астрономия" в 1965–97 гг.**

<b>Астрономические кружки и общества</b>	Порцевский К.А. 50-летие кружков Московского планетария	1984,6
Аббакумовская О.В. Под небом Кав- каза	Сикорук Л.Л. Новосибирский клуб име- ни Д.Д. Максудова	1981,1 1992,3
Безчастнов И.М. Сельская народная обсерватория	Смирнов В.А. Из истории любитель- ской астрономии в Одессе	1972,3 1972,5
Бронштэн В.А. Любительская астро- номия в СССР	Сулковский К.Ф. Любители астроно- мии Ульяновска	1965,1 1971,2
Бронштэн В.А. Успехи советской лю- бительской астрономии	Татарников М.П. Астрономический кружок "Вега"	1967,5 1984,2
Бронштэн В.А. Любительская астро- номия в СССР	Хорошилова В. Обсерватория в го- роде Новая Каховка	1988,1 1977,5
Воробьев Г.Г., Шкров Г. У чешских любителей астрономии	Широков А.Н. Любительская кометная астрономия в СССР	1967,2 1989,2
Вилху О. 60 лет любительской астро- номии в Финляндии	Шумков В.П. "Парсек" – младший брат "Алекса"	1978,3 1993,1
Горшечников М.В. Семинар наблю- дателей метеоров в Кирове	Цивьев В.И. Летняя экспедиция мос- ковских любителей астрономии	1991,5 1995,3
Горшечников М.В. Семинар наблю- дателей метеоров в Кирове	Ярцев И.П. Шольинская народная об- серватория	1994,6 1972,4
Дагаев М.М. Первые лауреаты премий Всесоюзного астрономо-геодези- ческого общества	Отделения Всесоюзного астрономо- геодезического общества обмени- ваются опытом	1965,2 1965,2
Джуркович П. Народные обсерватории и развитие любительской астро- номии в Югославии	Встреча любителей астрономии СССР и Голландии	1972,1 1966,1
Докучаева А.Д. О чем пишут любители астрономии	Любительская обсерватория за По- лярным кругом	1971,6 1971,5
Жуйко С.В., Корнеев В.Л. Любители астрономии в Московской обсер- ватории ГАИШ	Моя обсерватория	1992,1 1987,5
Загайнова В.И. Любительская астро- номия в Казахстане	<b>Что и как наблюдать</b>	1988,1
Зигель Ф.Ю. Из истории московских астрономических кружков	Александров С.Б. Фотографирование небесных объектов	1973,1 1983,5
Карташов В.Ф. Клуб "Антарес"	Александров С.Б. Как я фотографи- ровал комету Галлея	1973,4 1989,4
Копецкий М., Летфус В. Народные об- серватории Чехословакии	Александров С.Б. Учет рефракции в астрофотографии	1967,2 1996,6
Кулин Д. Любительская астрономия в Венгрии	Андронов И.Л. Неисчерпаемый источ- ник энергии	1976,5 1991,1
Мартыненко В.В. Крымскому обществу любителей астрономии 30 лет	Арсюхин Е.В. Аномальные явления во время лунного затмения	1978,1 1992,3
Муртазов А.К., Широков А.Н. Летняя астрономическая школа в Ряза- ни	Арсюхин Е.В. Загадки лунного серпа	1994,3 1994,2
Перель Ю.Г. Из дальних лет Москов- ского общества любителей астро- номии	Архипов А.В. Фотографирование вспы- шек на Луне	1966,2 1991,3
Погосянц А.Ю. Сотрудничество люби- телей астрономии и профессио- налов	Архипов А.В. Движущиеся "объекты" на Луне	1991,4 1994,1
Пономарев С.М., Порошин А.П. Юби- лей Нижегородского кружка	Баженов А.Г., Лебедев А.П. "Искра-1": оптические наблюдения	1988,6 1984,1
Порцевский К.А. В звездных залах страны	Барабашов Н.П. Великое противостоя- ние Марса 1971 г.	1965,2 1971,3
	Баранский А.В. Галактики созвездия Дракона	1994,3
	Баранский А.В. Сенсационная комета	1996,1
	Баранский А.В. Новая кометная но- менклатура	1996,4

Бахарев А.М., Чернов В.М. Прохождение Меркурия по диску Солнца 10 ноября 1973 г.	1973,5	Коваль В.И. Фотографируем затмение Козловский В.Н. Когда было написано стихотворение	1976,3 1995,1
Белый Ю.А. Обработка результатов наблюдений	1985,2	Кононович Э.В. Полное солнечное затмение 22 июля 1990 г.	1990,2
Бойко А.Д. Фотографирование Солнца комбинированной оптикой	1970,5	Кононович Э.В. Затмение Солнца 22 июля 1990 г.: планы и результаты	1991,1
Бронштэн В.А. Наблюдения полного лунного затмения 6 августа 1971 г.	1972,1	Крячко Т.В. Комета де-Вико снова на земном небе	1996,3
Бронштэн В.А. Наблюдайте комету Когаутека	1973,6	Кудашкина Л.С., Рудницкий Г.М. Как наблюдать долгопериодические переменные звезды	1988,5
Бронштэн В.А. На затмении в Сальнах	1977,1	Кулакова Н.В. Покрытие звезды астероидом	1995,5
Бронштэн В.А. Когда наступит противостояние Марса	1974,3	Лазаревский В.С. Солнечные затмения в Москве	1975,3
Бронштэн В.А. Кометы в 1970 г.	1969,6	Леушканов А.В. Наблюдения покрытия Луной Марса	1992,5
Брюханов И.С. Фотопатрулирование Луны	1994,2	Лосюк А. Наблюдения полутеневого лунного затмения самодельным люксметром	1973,6
Всехсвятский С.К. Периодические кометы в 1969 г.	1968,1	Любимов Ю.К. Стерефотографии Луны	1974,1
Вьюшина М.С., Остапенко А.Ю. Год великой кометы	1996,5	Любимов Ю.К. Фотографируем Луну в школьный телескоп	1975,1
Горанский В.П. Необычная симбиотическая звезда MWC 560	1992,5	Мамуна Н.В. Карманный атлас звездного неба	1989,1–5
Горшечников М.В. Наблюдения Лирида в 1988 г.	1989,3	Мамуна Н.В. Страничка наблюдателя	1993,3
Горшечников М.В. В ожидании "звездного дождя". Леонид	1992,5	Марленский А.Д. Заболотный В.Ф. Созвездия	1969,1,2,4
Горшечников М.В., Лысак Т.Н., Безруков А.Н. Наблюдения метеорного потока Персеид в 1993 г.	1994,5	Мартыненко В.В. Малая астрономия в Крыму	1965,6
Гришин Ю.А. Как мы наблюдаем Солнце	1980,5	Мартыненко В.В. Исследуем численность метеоров	1972,2
Давыдовский Е.В. Наблюдайте визуально двойные звезды!	1995,2	Мартыненко В.В., Левина А.С. Активность метеорных потоков в 1983-1984 гг.	1985,3
Дагаев М.М. Прохождение Меркурия по диску Солнца 9 мая 1970 г.	1970,2	Мартыненко В.В., Левина А.С. Активность Майских акварид в 1985 г.	1986,1
Дагаев М.М. Полное солнечное затмение 22 сентября 1968 г.	1968,1	Мартыненко В.В., Левина А.С. Активность Персеид в 1985 г.	1986,5
Дагаев М.М. Полное солнечное затмение 31 июля 1981 г.	1981,2	Мартыненко В.В., Левина А.С. Метеорный поток $\eta$ -Акварид в 1986 г.	1987,2
Емельянов Н.В. Особая эпоха в изучении движения спутников Сатурна	1995,1	Мартыненко В.В., Левина А.С., Гриценюк А.И. Персеиды в 1986 и 1987 гг.	1988,4
Жуйко С.В. Наблюдения кометы Леви на горе Майданак	1991,1	Мартыненко В.В., Левина А.С., Гриценюк А.И. Метеорные потоки кометы Галлея (1987 г.)	1989,1
Зоткин И.Т. Что надо знать о болидах	1965,3	Мартыненко В.В., Левина А.С., Гриценюк А.И., Сухов Д.Г. Персеиды в 1988 и 1989 гг.	1990,4
Зоткин И.Т. Если вы нашли метеорит	1969,6	Новиков С.Б. Любителям астрономии – об исследовании астроклимата	1972,3
Зоткин И.Т. Страничка наблюдателей метеоров	1974,5	Остапенко А.Ю. Путеводитель по Солнечной системе. Марс	1997,1
Зоткин И.Т. Страничка наблюдателей метеоров	1975,2,5	Палко Ю.Ю. Фотографируем небо	1973,3
Иванов А.В., Алексанян Г.Т., Петрова А.А. Визуальные наблюдения широких атмосферных ливней	1987,4		
Измайлов С.Р. Васильев В.П. Инфракрасные снимки Солнца	1975,2		
Коваль В.И. Главный кратер метеорита Каали	1976,2		

Перова Н.Б. Страничка наблюдателей переменных звезд	1971,2–6	Чилингарян И.В. Наблюдения Юпитера и Марса	1996,5
Помогаев О.Н. Физические характеристики кометы Хиякутаке	1997,2	Чурюмов К.И. Как Чернис и Петраускас открыли комету	1982,6
Пономарев Д.Н. Условия наблюдений кометы Галлея	1984,2	Чурюмов К.И. Еще раз о столкновении кометы с Юпитером	1994,1
Порошин А. Солнечное затмение 21 мая 1993 г.	1993,5	Шемякин М.М. Интересные закономерности на поверхности Венеры	1994,6
Пыщев А.П. Наблюдателям переменных звезд	1995,3	Шуваев Г.В. Портативный атлас звездного неба	1985,3
Пясковский Д.В. Приближенное определение фаз Луны	1966,5	Щивьев В.И. Интересная долгопериодическая переменная	1994,1
Родионова Ж.Ф. Лунные ландшафты	1997,4	Щивьев В.И. R Северной Короны	1994,2
Ромейко В.А. Эти загадочные ночные облака	1990,5	Щивьев В.И. Наблюдателям переменных: SS Лебедя	1994,4
Салова Г.И. "Загадки вселенной"	1965,2,3	Щивьев В.И. Наблюдателям переменных звезд: U Цефея	1995,5
Сизонов Г.Н. Диспетчерская связь при наблюдении метеоров	1976,6	Юферов А.О. Фотографируем небесные объекты	1984,6
Сикорук Л.Л. Определение выдержки в астрофотографии	1980,1	Меркурий на диске Солнца	1970,6
Сикорук Л.Л. Большая туманность Андромеды	1993,1	Знаете ли вы метеорную астрономию?	1973,3
Симоненко А.Н. Метеорные потоки в январе–феврале 1969 г.	1968,6	Любительские фотографии солнечного затмения	1976,1
Симоненко А.Н. Наблюдения метеоров в 1969 г.	1969,1–5	Любители астрономии наблюдают лунное затмение	1976,3
Симоненко А.Н. Болид 11 февраля 1976 г.	1976,6	Любители астрономии наблюдают затмение	1977,1
Симоненко А.Н. Хотинок Р.Л. Метеоры и комета Галлея	1983,4	Любительские наблюдения полного солнечного затмения 31 июля 1981 г.	1982,1
Тейфель В.Г. Это случается раз в десять миллионов лет, но мы сможем это увидеть	1993,6	Полное лунное затмение в ночь с 4 на 5 мая 1985 г.	1986,1
Титомиров Б.Б. Яркие кометы в 1994 г.	1993,6	Полное лунное затмение 9–10 декабря 1992 г.	1993,3
Титомиров Б.Б. Комета Темпеля-1	1994,2		
Титомиров Б.Б. Еще одна расколовшаяся комета	1996,5	<b>Аппаратура для любителей астрономии</b>	
Туманов В.Н. Мои первые фотографии звездного неба	1991,5	Велещук П.Т. Возможности телескопа "Мицар"	1993,2
Угольников О.С. Сумерки и их наблюдения	1993,4	Горинов А.А., Фомин Д.А. Приборы для наблюдений кометы Галлея	1986,2
Фомин Д.А. "Алькор" в действии	1986,6	Гришин Ю.А. Астрограф с автоматическим гидированием	1984,3
Филоненко В.С. Кратковременные лунные явления и их наблюдения	1991,4	Коваль В.И. Приборы "Службы неба"	1979,1
Хотинок Р.Л. Наблюдайте "звездный дождь" Драконид!	1972,4	Кононович Э.В. Фильтры Шольца и фотографирование протуберанцев вне затмения	1974,6
Хотинок Р.Л. Ожидается "звездный дождь" Драконид	1985,4	Ковязин Е.И. Гид для рефрактора	1981,5
Хотинок Р.Л. Рассказы о метеоритах	1994,5	Маколкин Д.В. По волнам океана информации. Internet в любительской астрономии	1996,6
Хотинок Р.Л., Кузнецова Л.И. Новые космические гости	1987,1	Майстров Л.Е. Старинный прибор для определения продолжительности дня и ночи	1965,4
Цесевич В.П. Наблюдения переменных звезд	1969,1,3,5	Марленский А.Д. Бинокли и астрономические наблюдения с ними	1976,1
Цесевич В.П. Наблюдайте звезды типа RR Лиры	1970,5	Марленский А.Д. Малые телескопы, изготавливаемые в СССР	1974,1
Цесевич В.П. Великое противостояние Эроса	1975,1		

Михельсон Н.Н. Любителям астрономии – о телескопах	1968,4-6	Зоткин И.Т. Московская конференция юных астрономов весной 1995 г.	1995,5
Михельсон Н.Н. Любителям астрономии – о телескопах	1969,1,3,4	Карташов В.Ф. Школа юных наблюдателей Луны и планет	1978,6
Минасян Г.С., Геворкян А.М. Школьный телескоп БАМ-5А	1972,5	Кириченко В.И. Как работают юные астрономы Новосибирска	1977,3
Сурдин В.Г. Телескоп Галилея	1995,4	Кириченко В.И. Юные астрономы Новосибирского Академгородка	1980,2
Фомин Д.А., Шуваев Г.В. Как повысить увеличение зрительных труб и биноклей	1984,4	Клевенский Ю.Н. Астрономический кружок "Алист"	1989,2
Халаимов В.В. Часовой механизм для школьного рефрактора	1989,2	Князюк Н.В. Астрономический кружок в Приморье	1984,5
<b>Деятельность юных астрономов</b>			
Баланов Е.И., Пшеничнер Б.Г. Высокая орбита "Малого Интеркосмоса"	1982,4	Коваль В.И. "Служба неба" во Дворце пионеров	1975,4
Баланов Е.И., Левитан Е.П. Праздник юных астрономов и космонавтов	1983,1	Коровкина Т.Л. Юные астрономы Ярославля	1973,3
Бронштэн В.А. Новые лауреаты поощрительных премий ВАГО	1968,4	Косянчук А.П. Львовское общество юных любителей астрономии	1969,6
Бронштэн В.А. Первый съезд юных любителей астрономии	1970,2	Крячко М.В., Лысак Т.Н. Слет юных астрономов	1995,4
Бронштэн В.А. Новые лауреаты поощрительных премий ВАГО	1974,6	Литвинова Л.И. Планетарий в школе	1981,3
Бронштэн В.А. III Всесоюзный слет юных астрономов	1977,2	Лупой К.А. "Служба Солнца" омских школьников	1973,2
Бронштэн В.А. Лауреаты поощрительных премий ВАГО	1981,4	Палко Ю.Ю. Юбилейный слет	1979,4
Бронштэн В.А. Лауреаты поощрительных премий ВАГО 1982 г.	1983,4	Палко Ю.Ю. Школьники наблюдают Солнце	1980,3
Брянцева Л.И. Детская астрономическая обсерватория "Венера"	1991,3	Панкин В.Ф. Юные астрономы Пятигорска	1991,2
Войнов С.С. Юные любители астрономии Новосибирска	1971,3	Перекабий Н.П., Гадун А.С. Юношеская обсерватория в Бердянске	1980,3
Войнов С.С. Экспедиция юных астрономов Новосибирска	1972,2	Подъяпольский А.Н. "Девять писем одного года"	1975,6
Войнов С.С. От школьных астрономических кружков к коллективам любителей астрономии	1972,6	Пшеничнер Б.Г. II Всесоюзная конференция юных любителей астрономии	1971,5
Войнов С.С. Лето юных астрономов	1974,5	Пшеничнер Б.Г. Им исследовать космос	1978,5
Войнов С.С. У самого Черного моря	1982,2	Пшеничнер Б.Г., Баланов Е.И. IV Всесоюзный слет юных астрономов и космонавтов	1980,4
Войнов С.С. Астрономия в пионерском лагере	1986,4	Пшеничнер Б.Г., Козлова Н.В. Школа юных звездочетов на Ленинских горах	1983,3
Гаврилюк Т.Т. Школьный астрономический комплекс	1971,4	Пшеничнер Б.Г. Форум юных астрономов и космонавтов	1987,4
Гречко С.Я. Юношеская обсерватория	1975,2	Семакин Н.К. Академия юных	1983,6
Гришин Ю.А. О работе юных астрономов Углича	1970,1	Семакин Н.К. Космические снимки – школьникам	1985,5
Зоткин И.Т., Шемякин М.М. Лауреаты поощрительных премий ВАГО 1965 г.	1966,6	Сорин С.И. Юные астрономы Азербайджана	1978,4
Зоткин И.Т., Чичмарь В.В. Сбор юных астрономов	1993,5	Чилингарян И.В. Экспедиция на Кавказ	1997,3
		Черняк В.А. Астрономический кружок Ясеновской средней школы	1971,1

### Интересующимся журналами “семейства” Nature

*Сегодня трудно себе представить настоящего ученого, регулярно не пополняющего знания по специальности информацией о последних результатах коллег во всем мире.*

Московское бюро журнала  
NATURE

– самого известного международного общенаучного еженедельника –

*предлагает российским ученым уникальную возможность досту-*

*па к такой информации:  
льготную (значительно дешевле,  
чем в других странах) подписку  
на  
журналы “семейства” NATURE:*

NATURE  
NATURE MEDICINE  
NATURE BIOTECHNOLOGY  
NATURE GENETICS  
NATURE STRUCTURAL BIOLOGY  
GENE THERAPY

На страницах этих журналов читатели найдут:

- новости науки и научной жизни;
- комментарии важнейших событий;
- краткие обзоры наиболее значительных научных материалов;

- статьи по всем разделам различных направлений науки;
- рецензии на книги;
- технологические новинки;
- описания новых устройств и препаратов, появившихся на мировом рынке;
- путеводители по Интернету для специалистов в разных областях науки;
- сообщения о конференциях, конкурсах, новых проектах, вакансиях по всему миру.

Каждый из перечисленных журналов имеет самый высокий рейтинг и индекс цитирования. Их выписывают во всех странах мира, а с этого года – и в России. Дополнительную информацию о подписке Вы получите:  
тел.: (095) 276-45-89  
факс: (095) 230-64-16

### Долгий путь к Сатурну

15 октября 1997 г. с третьей попытки успешно запущена с космодрома Канаверал ракетой-носителем “Титан-4Б” АМС “Кассини” (NASA–ESA). На станции (общая масса 5,6 т) установлено 12 научных приборов, созданных американскими и западноевропейскими учеными (см. 1-ю стр. обложки). Полет к Сатурну будет продолжаться 7 лет. Произойдут два пертурбационных маневра вблизи Венеры – 21 апреля 1998 г. и 20 июня 1999 г. Перед этим будет еще коррекция траектории 2 декабря 1998 г. А 18 августа 1999 г. межпланетная станция пролетит около Зем-

ли, а затем к Юпитеру. Последний гравитационный маневр КА должен совершить в мощном поле тяготения Юпитера 30 декабря 2000 г. И через 3,5 года – 25 июня 2004 г. выполнит торможение у Сатурна (см. 3-ю стр. обложки) и перейдет на орбиту его искусственного спутника.

Постепенно снижая орбиту, 27 ноября 2004 г. “Кассини” сблизится с Титаном – одним из спутников Сатурна и с расстояния 1270 км сбросит исследовательский зонд “Гюйгенс” (ESA) с 6 приборами. Со скоростью 24 000 км/ч посадочный аппарат (масса 330 кг) войдет в азотную атмосферу Титана (см. 3-ю стр. обложки). На высоте 190–170 км будут введены сначала

первый, а позднее и второй парашюты. После стабилизации спуска (при скорости 100 м/с) на “Гюйгенсе” включится научная аппаратура. Через 15 мин (на высоте 105 км) сбрасывается теплозащитный экран и раскроется третий парашют. Аппарат, медленно снижаясь, в течение двух часов проведет исследование атмосферы. После посадки на Титан “Гюйгенс” три минуты сможет передавать сведения о поверхности на орбитальный аппарат. Что же касается “Кассини”, то он три года будет изучать со своей орбиты систему Сатурна.

По материалам NASA и ESA

### Существует ли жизнь на Европе?

После двух пролетов АМС "Галилей" около одного из спутников Юпитера (Европы) получены снимки с хорошим разрешением. Обнаружены гигантские ледяные полосы с признаками динамических явлений на поверхности. Вид-

ны протяженные хребты и нагромождения льда с крупными глубокими бороздами (Земля и Вселенная, 1997, № 4). При перемещении масс льда он крошился и возникали "реки" замерзшей жидкой воды, простирающиеся на сотни километров.

Все это свидетельствует о геологической активности недр Европы. Поверхностный лед, видимо, разогревался почти до жидкого состояния, возникали напряжения, сопровождающиеся выбросами потоков влаги сквозь кору. Кроме того, замечены следы движения крупных блоков льда, очень похо-

жие на тектонику плит твердой коры на Земле.

Приливное трение, обусловленное тяготением Юпитера, оказывает влияние на процессы в ледяной коре. Лед, растапливаясь, образует внутренние озера жидкой воды. Не исключено, что между ледниковой корой Европы и ее каменным ядром может даже находиться океан (глубиной около 50 км). В вечной темноте под слоем льда, вообще говоря, возможно существование в океане каких-либо форм жизни.

Sciences, 1997, 37, 2  
Science News, 1997, 151, 4

### Вихри в жидком ядре... ускоряют его вращение

Сейсмическими методами в 1996 г. установлено, что внутреннее ядро земного шара вращается быстрее, чем вся остальная часть планеты. Сообразно известной гипотезе, скорость вращения планеты уменьшается в результате трения, связанного с притяжением Луны. Для того, чтобы это отрицательное ускорение проникло сквозь жидкую область внешнего ядра, необходимо известное время. Поэтому торможение внутреннего ядра может отставать от темпов замедления вращения всей планеты в целом.

Научные сотрудники Университета им. Дж. Гопкинса в Балти-

море (штат Мэриленд, США) Дж.М. Орну, Д. Брито и Питер Л. Олсон предположили, что решающую роль в ускорении внутреннего ядра должны играть конвективные потоки, которые перемешивают материю внешней, жидкой части ядра.

Ученые построили сравнительно простую теоретическую модель, описывающую течения во внешнем ядре. Согласно ей, вращение Земли разделяет жидкости внешнего ядра на две различные области, между которыми существует барьер цилиндрической формы. Внутри этого цилиндра остается внутреннее ядро, жидкость с более низкой температурой концентрируется вовне, а разогретые сплавы – в полярных областях внутри него. Нагретая жидкость внут-

ри цилиндра вздымается и приобретает вращательное движение, подобно тому, как горячий воздух во время тропических штормов. Возникает структура, сходная с ураганом в атмосфере планеты. Вращаясь быстрее, чем Земля в целом, она создает воронки насыщенной железом жидкости, которые генерируют электромагнитное поле. Последнее воздействует на внутреннее ядро, заставляя его вращаться с увеличенной скоростью.

Именно электромагнитное поле должно в основном контролировать движение внутреннего ядра Земли.

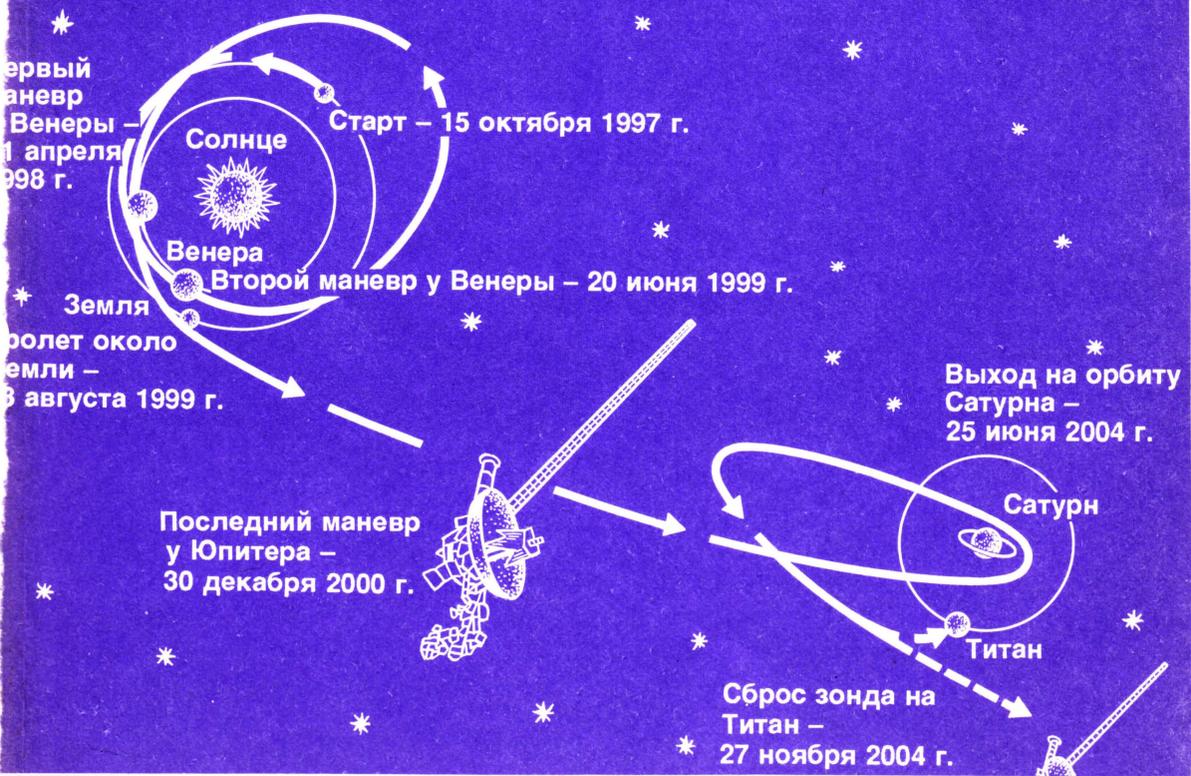
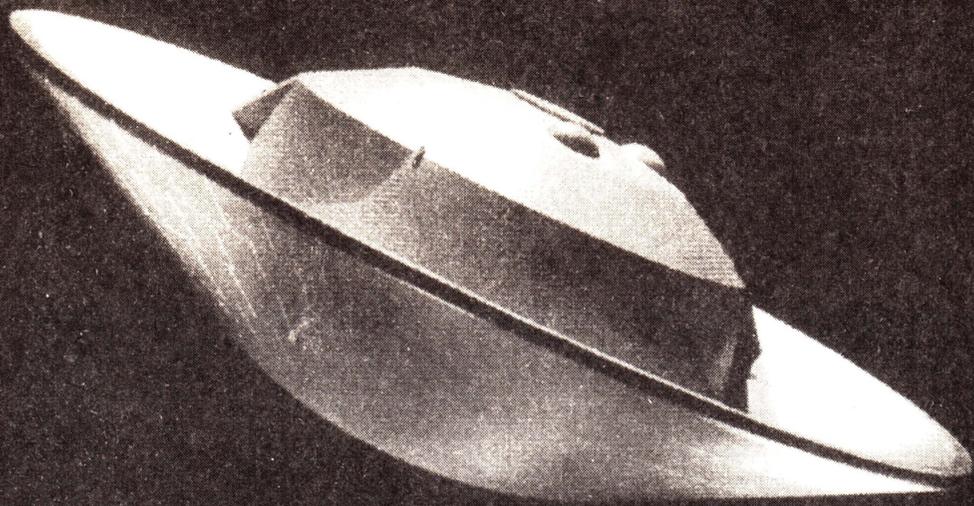
Geophysical Research Letters,  
Nov. 15, 1996  
Science News, 1996, 150, 367

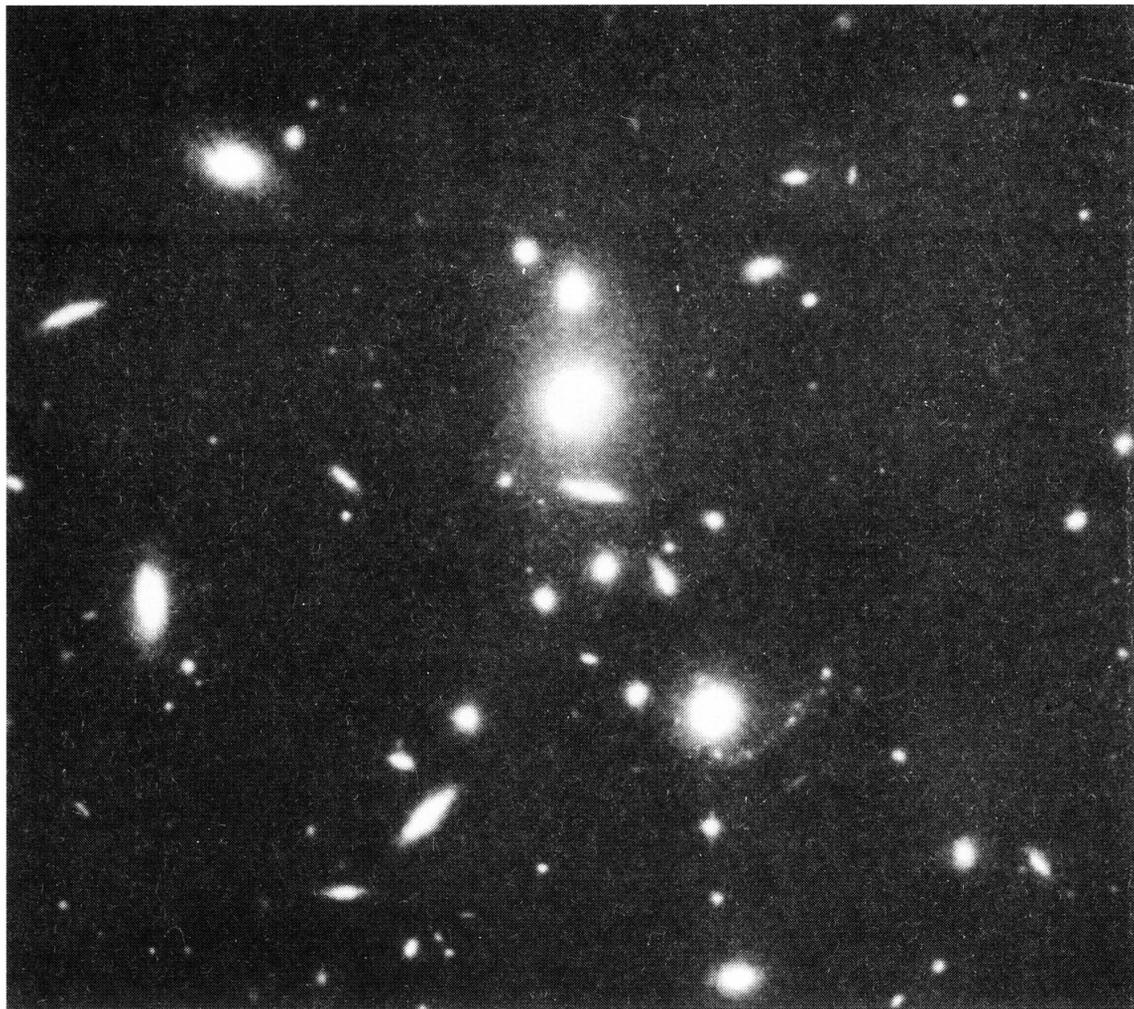
Заведующая редакцией Г.В. МАТРОСОВА Зав. отделом наук о Земле В.А. МАРКИН  
Зав. отделом астрономии В.А. ЮРЕВИЧ Зав. отделом космонавтики С.А. ГЕРАСЮТИН  
Художественный редактор М.С. ВЬЮШИНА Литературные редакторы Е.А. НИКИТИНА, Е.Ю. МОРЕЙНО  
Мл. редактор Л.В. РЯБЦЕВА

Корректоры В.А. Ермолаева, Л.М. Федорова  
Номер оформили: Р.В. Ермакова, Е.Е. Барк, Ю.А. Тюришев  
Обложку оформила М.С. Вьюшина

Сдано в набор 6.11.97. Подписано в печать 29.12.97 Формат бумаги 70 × 100 1/16  
Офсетная печать Уч.-изд. л. 12,8 Усл.-печ. л. 7,8  
Усл. кр.-отг. 15,2 Бум. л. 3,5 Тираж 1795  
Заказ № 2634

Адрес редакции: 117810, ГСП-1, Москва, Мароновский пер., д. 26. Ж-л "Земля и Вселенная"  
Телефоны: 238-42-32, 238-29-66  
ППП типография "Наука" Академиздатцентра РАН; 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6





"Наука"  
Индекс 70336