

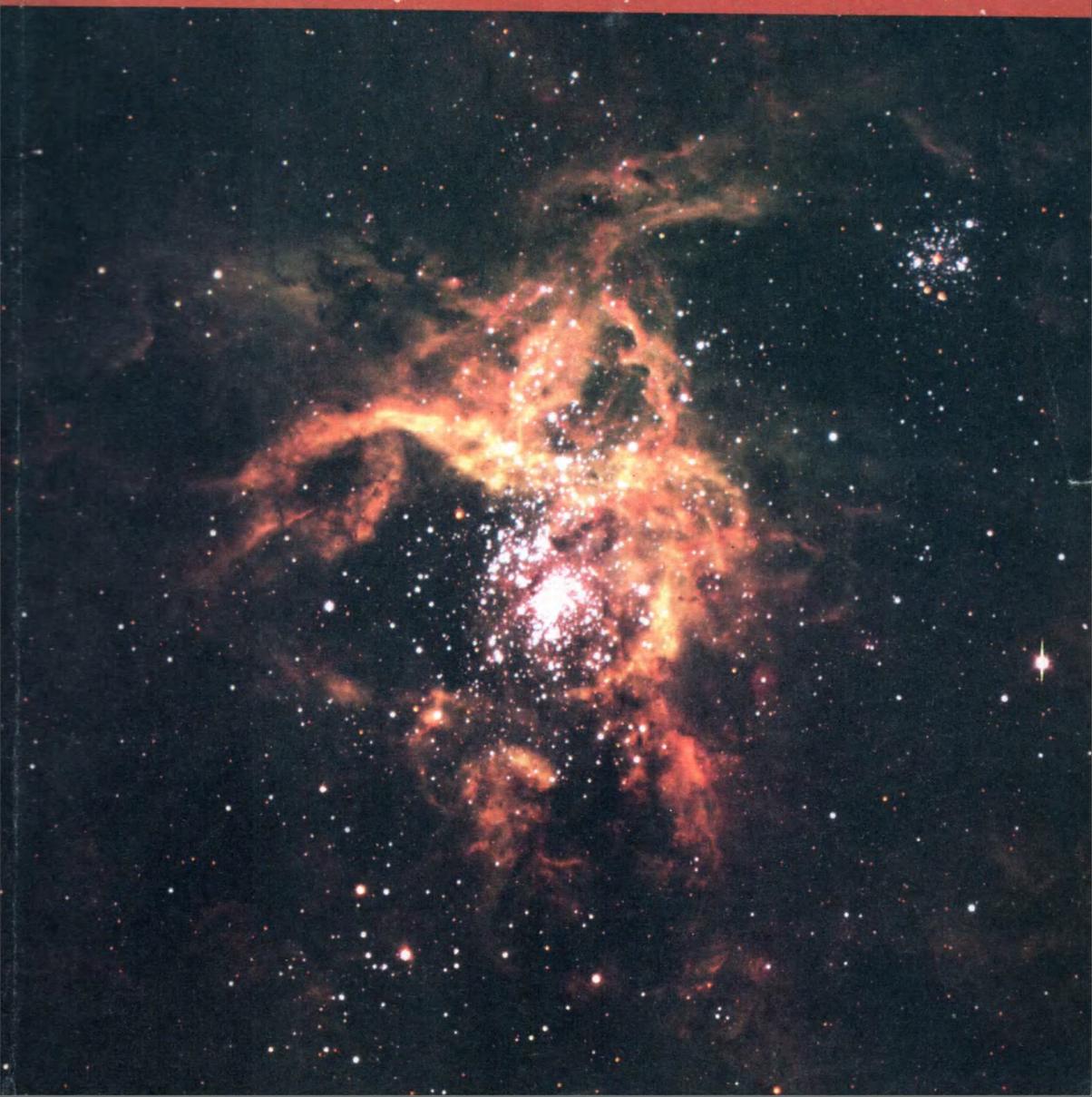
ISSN 0044-3948

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

СЕНТЯБРЬ—ОКТЯБРЬ

5/2002

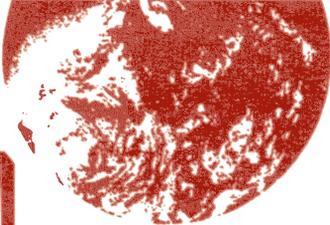




Научно-популярный журнал  
Российской академии наук  
и Астрономо-геодезического  
общества  
Издается с января  
1965 года  
Выходит 6 раз в год  
Академиздатцентр  
“Наука”  
Москва

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

5/2002



**Новости науки и другая информация:** Солнце в апреле–мае 2002 г. [25]; За столетие на Земле заметно потеплело [40]; Космический “фейерверк” рассказывает... [45]; Марсолеты готовятся к полету [55]; Новые книги [65, 96]; Самая далекая группа галактик [77]; Идет охота на ... юпитеры [110]; “Искусственная звезда” – астрономам подарок [111].

## В номере:

- 3 ШОЛПО В.Н. Геотектоника: современные проблемы
- 11 ДЬЯЧЕНКО А.И. Ларец сокровищ в туманности NGC 3603
- 27 УРАЛЬСКАЯ В.С. Семейство Юпитера все увеличивается...

## ЭКОЛОГИЯ

- 31 БОНДАРЕВ Л.Г. Планетарная денудация

## ЛЮДИ НАУКИ

- 41 БРОНШТЭН В.А. Андрей Аузан – геодезист, топограф, организатор
- 46 **ПИЛЬНИК Г.П.** Николай Дмитриевич Моисеев (к 100-летию со дня рождения)

## К 45-ЛЕТИЮ КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ

- 49 СЕМЕНОВ Н.Л. Как запускали первый спутник

## ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

- 56 СМИРНОВ В.А. “Гармония мира” – в историческом аспекте (физическая поэма)

## АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 66 ЯЗЕВ С.А. Обсуждение проблем астрообразования в Иркутске

## ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 71 КРАСНЫЙ Л.И. Подобие систем делимости Вселенной и Земли
- 78 АНДЕРСОН Дж., ЛАИНГ Ф., ЛАУ Э., НЬЕТО М., ТУРИШЕВ С. Странное ускорение “Пионеров”

## ПРОБЛЕМЫ SETI

- 82 ГИНДИЛИС Л.М. Сигнал отправлен: первое детское радиопослание внеземным цивилизациям

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 97 НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: ноябрь–декабрь 2002 г.

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 103 ЮРЕВИЧ В.А. Околосемная астрономия
- 106 ГУЛЮТИН Д.А. Земля под прицелом
- 108 Указатель статей по проблеме поиска внеземных цивилизаций (SETI), опубликованных в журнале “Земля и Вселенная” в 1965–2001 гг.



© Академиздатцентр “Наука”  
Российская академия наук  
журнал “Земля и Вселенная” № 5, 2002 г.

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

**На стр. 1 обложки:** Туманность Тарантул – гигантская область III в Большом Магеллановом Облаке, одна из крупнейших областей звездообразования в Местной группе галактик. Расстояние до туманности около 170 тыс. св. лет. Фото ESO (к ст. А.И. Дьяченко).

**На стр. 2 обложки:** Вверху – экипаж КК “Атлантис” (STS-110): первый ряд – Э. Очоа, М. Блумфилд, Ю. Онуфриенко (Россия); средний ряд – Д. Бёрш, Р. Уолхейм, К. Уолз; верхний ряд – С. Фрик, Д. Росс, Л. Морин и С. Смит. Экипаж четвертой основной экспедиции МКС (Ю. Онуфриенко, Д. Бёрш и К. Уолз) возвратился на Землю 17 июня 2002 г. Фото NASA. Внизу – экипаж многоцветного космического корабля “Индевор” (STS-111): К. Кокрелл, П. Локхарт, Ф. Перрэн (Франция), Ф. Чанг-Дианг, П. Уитсон, В. Корзун и С. Трещёв (Россия). Экипаж пятой основной экспедиции (В. Корзун, С. Трещев и П. Уитсон) прибыл на МКС 7 июня 2002 г.

**На стр. 3 обложки:** Граница Африканской и Аравийской (справа) плит, образованная рифтом Красного моря. Снимок из космоса получен 18 октября 1997 г. во время работы космонавтов и астронавтов по программе “Мир – Шаттл”. Из архива Института географии РАН (к ст. В.Н. Шолпо).

**На стр. 4 обложки:** Космический аппарат “Пионер-10”. Прошло 30 лет со времени его старта и 19 лет после пересечения им орбиты Плутона, но до сих пор удается поддерживать с ним радиосвязь. Рис. NASA (к ст. Дж. Андерсона, Ф. Ланга и др.).

#### In this issue:

- 3 SHOLPO V.N. Geotectonics: modern problems
- 11 DYACHENKO A.I. Treasure box of nebula NGS 3603
- 27 URALSKAYA V.S. Jupiter's family still increases

#### ECOLOGY

- 31 BONDAREV L.G. Planetary denudation

#### PEOPLE OF SCIENCE

- 41 BRONSHTAN V.A. Andrej Auzan – geodesist, topographer, organizer
- 46 PILNIK G.P. Nikolaj Dmitrievich Moisejev (to the 100<sup>th</sup> birthday)

#### TO THE 45<sup>th</sup> ANNIVERSARY OF SPACE ERA

- 49 SEMENOV N.L. How first satellite was launched

#### PHILOSOFIC PROBLEMS

- 56 SMIRNOV V.A. “World harmony” in its historic aspect (physical poem)

#### ASTRONOMIC EDUCATION

- 66 YAZEV S.A. Discussing problems of astroeducation in Irkutsk

#### HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 71 KRASNYJ L.I. Similarity of divisibility systems of Universe and Earth
- 78 ANDERSON J., LAING F., LOW A., NJETO M., TURISHEV S. Strange acceleration of “Pioneers”

#### SETI PROBLEMS

- 82 GINDILIS L.M. Signal transmitted: first children's radiomessage to outer earth civilizations

#### AMATEUR ASTRONOMY

- 97 Celestial calendar: November–December 2002

#### BOOKS ON EARTH AND SKY

- 103 YUREVICH V.A. Near-Earth astronomy
- 106 GULJUTIN D.A. Earth in the cross-sight
- 108 Index of articles on problems relating to search of outer earth civilizations (SETI) published in “Earth and Universe” in 1965–2001

#### Редакционная коллегия

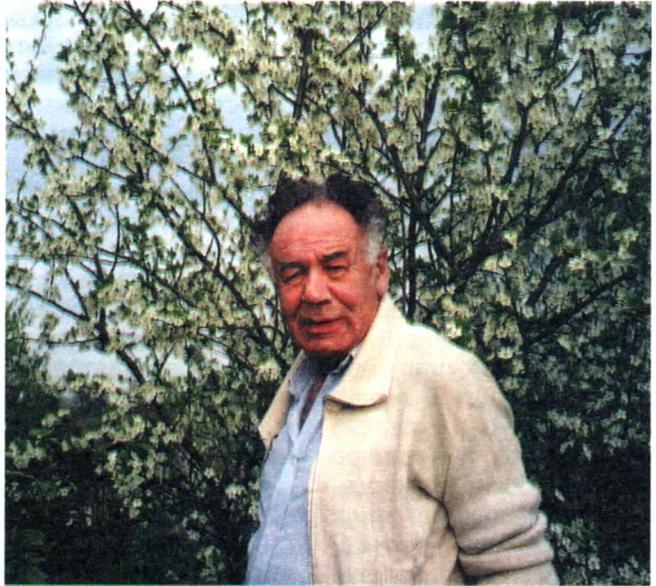
- Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН  
Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ  
Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН  
доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,  
доктор физ.-мат. наук Л.В. ЗЕЛЕНЬКИЙ,  
доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ,  
доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,  
член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,  
член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,  
доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР,  
доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,  
доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ,  
доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ,  
академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК,  
доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

## Геотектоника: современные проблемы

В. Н. ШОЛПО,  
доктор геолого-минералогических наук  
Институт физики Земли им. Г.А. Гамбурцева РАН

---

Развитие геотектоники – науки о строении и эволюции Земли – всегда сопровождали острые дискуссии приверженцев нередко противоположных представлений о существовании явлений и процессов, управляющих эволюцией нашей планеты. Порой периоды противоборства идей сменялись безраздельным господством какой-то одной концепции. Факты и эмпирические обобщения, которые не согласовывались с общепринятыми взглядами, заставляли искать альтернативные концепции и гипотезы. Любой этап развития геотектоники можно рассматривать как некий кризис идей. Не составляет исключения и современный этап развития геотектоники на рубеже XX и XXI вв.

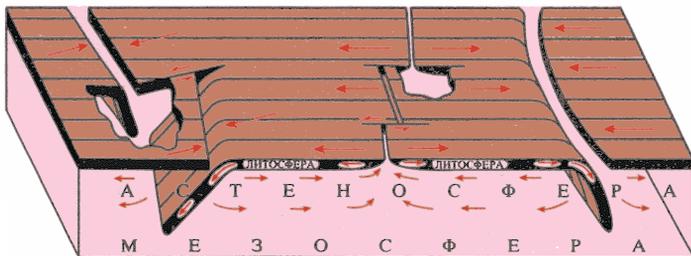


### ЭВОЛЮЦИЯ КОНЦЕПЦИИ ТЕКТОНИКИ ПЛИТ

Возникшая во второй половине XX в. концепция тектоники литосферных плит, названная поначалу **новой глобальной тектоникой**, очень быстро завоевала широкую популярность среди специалистов и получила массовое (хотя

и не всеобщее) признание. В концепции тектоники плит возродилась на новой основе идея дрейфа континентов, сформулированная и разработанная А. Вегенером в начале XX в. Почти забытую идею оживили палеомагнитные данные, согласно которым каждый континент имел свою траекторию переме-

щения магнитного полюса на протяжении геологической истории, т.е. у каждого континента был как бы свой собственный полюс. Но если сдвинуть континенты по Вегенеру, чтобы они соединились в один массив – Пангею, то кривые движения полюсов континентов совпадут, отвечая перемещению единого



Механизм движений литосферных плит согласно первоначальной концепции глобальной тектоники: спрединг (раздвижение плит), субдукция (погружение плит в мантию), дивергентная граница и продольное скольжение плит относительно друг друга (трансформные разломы).

магнитного полюса. Такое подтверждение мобилистских построений А. Вегенера поражаало воображение и, казалось, неопровержимо доказывало справедливость идеи дрейфа континентов.

В схеме Вегенера “гранитный” слой (сиаль), образующий континенты, перемещался по “базальтовому” слою (симе) океанов. По новой же концепции, вся литосфера – верхняя твердая оболочка Земли, включающая земную кору и часть верхней мантии, – находилась в непрерывном движении. Литосфера разделялась на ограниченное число (вначале 6, затем 9) крупных плит и несколько мелких. В осевых зонах срединно-океанических хребтов, там где пролегали глубокие расколы – рифты, поднимается из недр расплавленный мантийный материал, наращивающий литосферу. Плиты раздвигаются, скользя по подстилающему их менее вязкому, подплавленному слою – астеносфере (процесс назван “спредингом”). Это движение распространяется на тысячи километров. Нарращивание площади литосферы в рифтовых зонах компенсируется ее погружением в зонах субдукции, приуро-

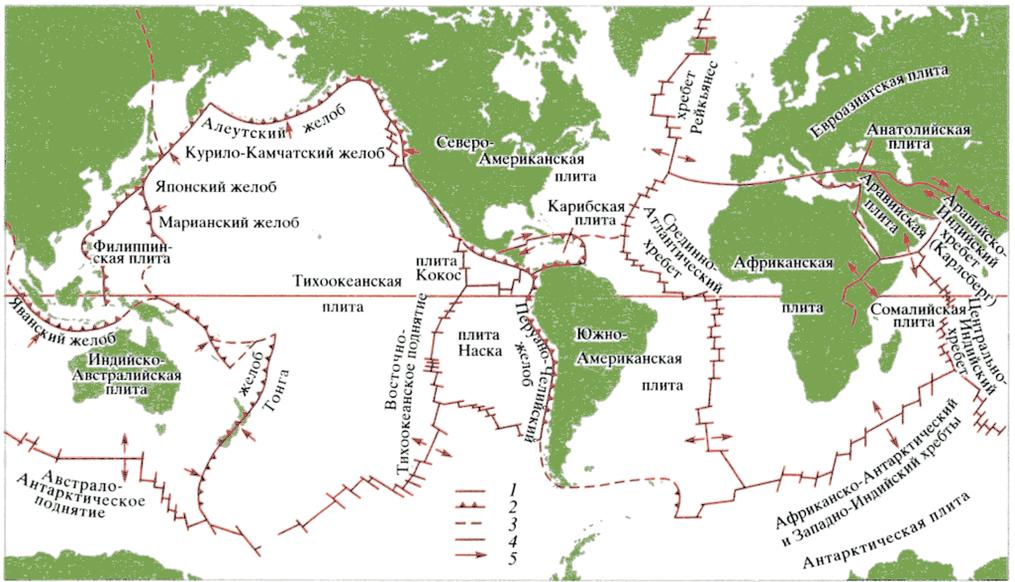
ченных к глубоководным океаническим желобам.

Система литосферных плит поддерживается в непрерывном движении, как считают авторы гипотезы, конвективными потоками вещества в мантии Земли. Континенты, исходя из этой схемы, пассивно путешествуют по земной поверхности вместе с литосферными плитами, поскольку все активные процессы – подъем вещества из глубин мантии и погружение литосферы в глубокие недра – сосредоточены в океанах и приурочены к границам плит. Такие границы могут быть трех типов: **дивергентные** (плиты расходятся), **конвергентные** (плиты сталкиваются) и **трансформные** (плиты скользят относительно друг друга).

Эта простая и очень наглядная схема, как будто объясняющая все тектонические преобразования поверхности Земли, завораживала своей логической завершенностью и создавала иллюзию, что наконец-то найден глобальный механизм, управляющий эволюцией планетарных тектонических процессов. Выдающийся советский геолог Ю.М. Шейнманн (Земля и Вселенная, 2002, № 1), никогда не раз-

делявший этих взглядов, заметил все же: “... нельзя не признать огромной встряски, которая была дана науке о Земле новой тектоникой... Как нарушитель спокойствия она играет свою роль и будет еще играть достаточно долго”. Многие геологи и геофизики (В.В. Белоусов, А. Мейерхоф и другие) аргументированно критиковали эту концепцию, указывая на ее несогласованность с геологическими фактами и на внутренние противоречия. Но убежденность сторонников гипотезы, объявивших ее новой парадигмой, революцией в науках о Земле, заглушила все критические голоса. Обстановка сенсационности, сопровождавшей формирование концепции тектоники литосферных плит, и эйфория ее сторонников от того, что наконец-то найдена главная ключевая идея, объясняющая все процессы эволюции Земли, вообще говоря, противопоставили развитию науки. “Там, где кончаются сомнения, там кончается наука”, – утверждал известный философ Карл Поппер.

Между тем необходимость выстроить согласованную картину движения литосферных плит для Земли в целом, а не толь-



Система литосферных плит Земли согласно первоначальной концепции глобальной тектоники: 1 – дивергентная граница, 2 – конвергентная граница, 3 – граница неустановленного характера, 4 – трансформный разлом, 5 – направление движения плит.

ко для Атлантического океана и его обрамления, где параллельность берегов позволяла простейшим образом сдвинуть материки и реконструировать Пангею, вызвала определенные трудности. Скажем, такие континентальные массивы, как Африка и Антарктида, оказываются со всех сторон окруженными зонами спрединга. Африка к тому же еще и сама рассечена внутририфтовой зоной, которая, согласно концепции, обозначает спрединг и зарождающийся океан. Где должны при этом располагаться соответствующие зоны субдукции, компенсирующие разраста-

ние литосферы? На современной Земле почти все они сосредоточены в системе глубоководных желобов на западной окраине Тихого океана. От простой схемы конвективных потоков в мантии, что подобно ленте конвейера растаскивают литосферные плиты, пришлось отказаться. Вместо этого была предложена схема мантийной конвекции: плиты движутся по равнодействующей, которая складывается из суммы движений в бесчисленных малых ячейках. Известный английский геофизик Д.П. Мак-Кензи в 80-х гг. XX в. писал об отсутствии заметной связи между движениями плит и мелкомасштабными течениями в нижележащей мантии: “Области восходящих течений ... оказываются совсем не обязательно связанными со срединно-океаническими хребтами, а распределены по всему океаническому дну”. Так концепция, пытаясь пре-

одолеть противоречия, пересматривает свои основы и, по сути, отрицает самое себя.

Стремление объяснить с позиций новой концепции не только современные процессы и недавнее прошлое Земли, но и всю ее длительную геологическую историю, запечатленную в структуре континентов, порождает идеи многократного возникновения и распада суперконтинентов. В результате выделяется множество микроплит, микроконтинентов и, наконец, террейнов (земель), блуждающих по поверхности планеты по более или менее произвольным траекториям. Начав с простой и логичной, можно даже сказать элегантно, схемы, тектоника плит в конце века признала беспорядочное перемещение плит, непредсказуемость раскрытия и “захлопывания” океанов. Наиболее последовательные сторонники этой концеп-

ции, например наш соотечественник Л.П. Зоненшайн и турецкий геолог К. Шенгёр, так и формулировали: **процесс тектогенеза не закономерен ни во времени, ни в пространстве.** А с внедрением представления о террейнах пришлось забыть еще об одном основополагающем аргументе начального этапа – параллельности берегов Атлантики. Поскольку континенты с этой точки зрения – коллаж террейнов, собирающихся вокруг древних ядер земной коры, то их конфигурация не более чем случайность.

Новые факты, накопленные за последние десятилетия, и особенно геофизические данные о глубинном строении мантии вплоть до ядра, привели к непреодолимым противоречиям с концепцией тектоники плит. Главные из них: “корни” континентов простираются до глубин 400 км, а в некоторых случаях и глубже (600–700 км); астеносфера, по которой могли бы свободно перемещаться литосферные плиты, отсутствует под древними ядрами континентов; не доказан процесс субдукции, поскольку относительно легкое вещество литосферы должно тонуть в более плотном веществе мантии; глобальные симметрия и антисимметрия Земли выражены не только в поверхностном распределении суши и моря (Земля и Вселенная, 2002, № 4), но и в структуре мантии, а возможно, и поверхности ядра.

Объективно оценивая сложившуюся к концу ве-

ка ситуацию в геотектонике, академик В.Е. Хаин писал: “... в последние годы все больше начинает ощущаться, что тектоника плит не стала той общей подлинной глобальной теорией Земли, о которой ... мечтают геологи”. Еще более определенно выразил свое отношение к концепции академик Е.Е. Милановский: “... под влиянием новых фактов, соображений и идей плитотектонической концепция в течение последних 30 лет сильно усложнялась, теряла первоначальную стройность и простоту, обросла различными оговорками, и ряд ее положений в настоящее время вызывает сомнения и споры... Она вступила в критическую фазу своего развития, возможно, предшествующую смене ведущей парадигмы теоретической тектоники и шире – геологии”.

Похоже, что всего за 40 лет концепция, объявленная парадигмой и признанная многими революционной теорией, дискредитировала себя. Вынужденная отказаться от многих первоначально принятых основополагающих постулатов, она так и не смогла справиться с лавиной новых фактов о строении и состоянии литосферы.

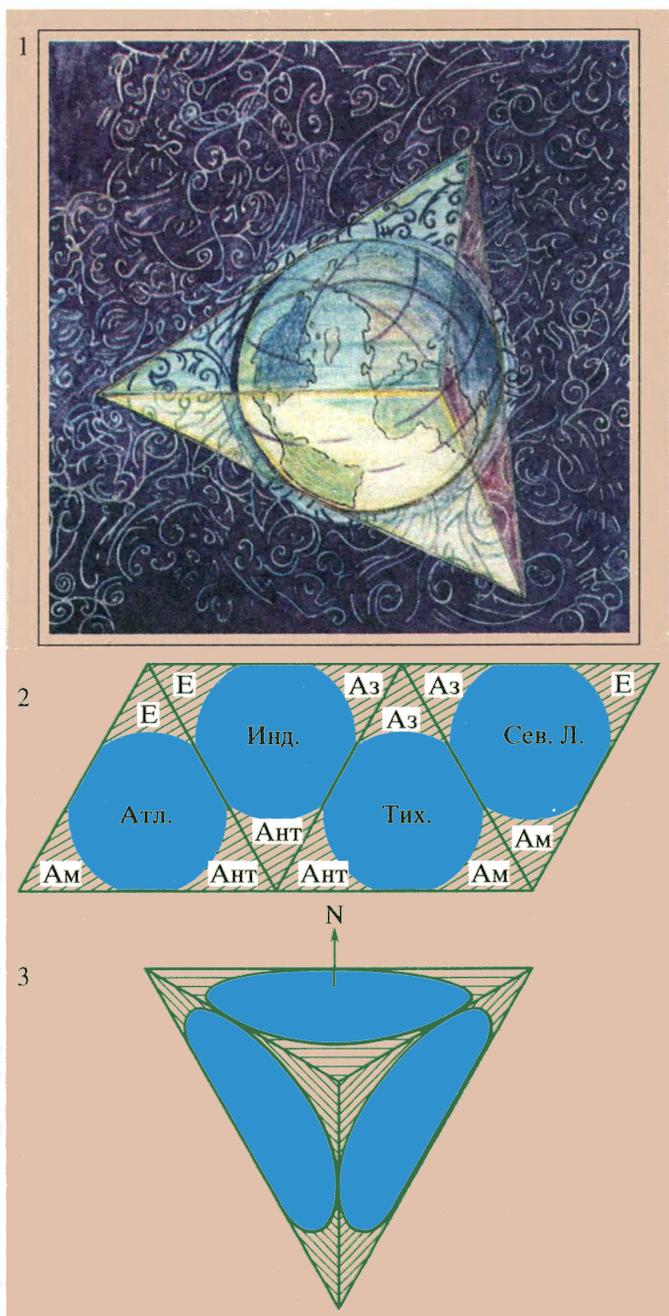
#### ФЕНОМЕН УПОРЯДОЧЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛИ

Проблема поиска закономерностей в устройстве земной поверхности возникла в науке даже раньше, чем геология сформи-

ровалась как самостоятельная наука. Еще в XVII в., как только появился первый глобус, где можно было рассмотреть общее расположение и конфигурацию материков и океанов, Френсис Бэкон отметил подобие в очертаниях южных материков, которые “расширяются к северу, к югу же сужаются и заостряются”; и считал это явление неслучайным. В первые годы возникновения теории тектоники плит даже Ф. Бэкона иногда пытались причислить к предтечам идеи мобилизма и дрейфа континентов, хотя в его сочинениях говорится только о подобии форм современных материков.

В XIX в. этой проблеме уделяли внимание многие известные и даже знаменитые естествоиспытатели и геологи. Поиск закономерностей сводился к тому, чтобы установить черты **симметрии и антисимметрии** в распределении наиболее крупных форм земного рельефа – материков и океанов, а также выявить какую-то упорядоченность в простираниях крупных горных систем. Фигура Земли приближенно сопоставлялась с правильными многогранниками, известными со времени Платона. Как это ни странно, идея сопоставления структуры земной поверхности с тетраэдром Лаутиана Грина получила распространение и приобрела многочисленных сторонников. Она была даже названа **“тетраэдрической теорией Земли”**. Но дело не в том, чтобы апп-

Сопоставление формы земного шара с тетраэдром—четырёхгранником, составленным из равно-сторонних треугольников (1) и развертка тетраэдра (2), на которой круги условно обозначают океаны, а оставшееся от них заштрихованное пространство — материки (Е — Европа, Аз — Азия, Ам — Америка, Ант — Антарктида). На пространственном тетраэдре (3) вершины соответствуют материкам, а плоскости — океанам.

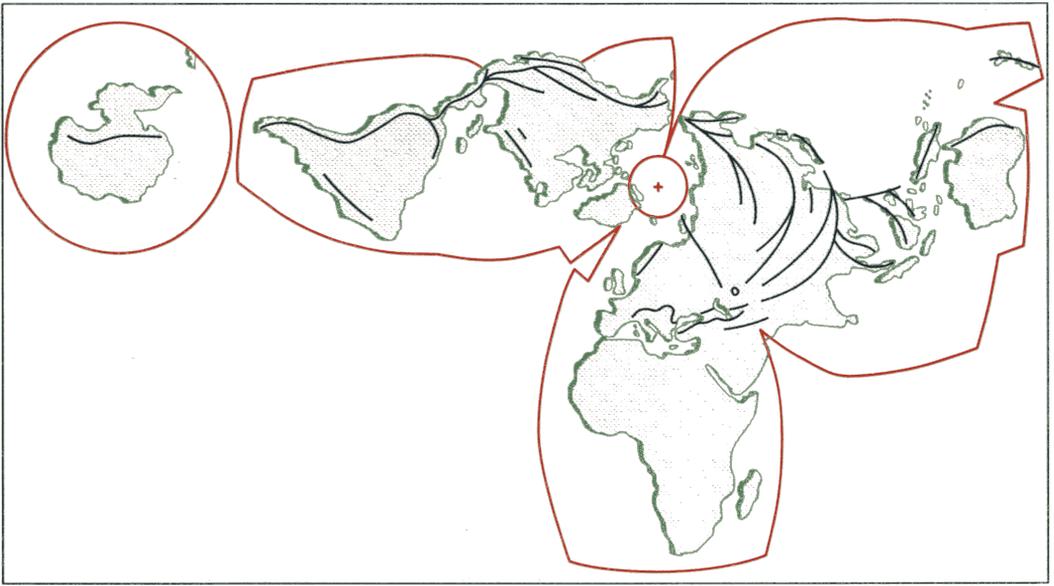


роксилировать поверхность сферы поверхностью какого-либо правильного многогранника. Из бесконечного числа осей симметрии сферы выбираются только некоторые значимые оси, отражающие реально существующие и упорядоченно распределенные неоднородности структуры поверхности земного сфероида. В этом случае можно считать, что на поверхности Земли как бы проступают грани и ребра тетраэдра. Каждой из граней будут соответствовать пространства океанов: Северный Ледовитый — верхняя горизонтальная плоскость, а боковые — Индийский, Атлантический и Тихий, ребра и вершины такого тетраэдра представляют собой материки. Идея тетраэдрического строения Земли интенсивно обсуждалась и разрабатывалась в XIX в., делались попытки найти причины такого устройства планеты.

Одновременно происходил поиск подобий различных форм рельефа — географических гомологий, как их тогда называли. Наибольший вклад в разра-

ботку этого направления внес французский географ-энциклопедист Элизе Реклю (1830–1905), который оставил огромное научное наследие: 19 томов “Всеобщей географии” и 6-томное издание “Земля и человек”.

Э. Реклю выявил множество подобий — как в общих конфигурациях материков, так и в деталях их очертаний и прилегающих групп островов. Главные географические гомологии, установленные им, сводятся к



следующему: преимущественная **“континентальность”** Северного полушария и **“океаничность”** Южного; **треугольная форма** всех материков, сужающихся к югу, и океанов, сужающихся к северу; **кольцо суши** вокруг впадины, заполненной океаном на Северном полюсе, и **кольцо океанов** вокруг суши на Южном. К этим трем гомологиям в 1914 г. английский геолог Дж. Грегори добавил **антиподальность суши и океана**. Суть ее в том, что при проекции через центр шара все материки разместятся на противоположных сторонах сферы, на океанических пространствах.

Поиск общих закономерностей в устройстве земного шара не ограничивался рассмотрением только рельефа, геологи стремились найти связь топографии рельефа с простираем и возрастом складчатых областей. Это – Ч. Лайель, Ж. Эли де Бомон, Э. Зюсс,

а из современных – Г. Штилле, А.А. Карпинский, В.В. Белоусов. Проблеме пространственной организации структуры Земли посвящено большое число публикаций, и тем не менее она никогда не была предметом главных дискуссий в науках о Земле.

Почему важнейший феномен устройства земного шара оказался все-таки в стороне от главных усилий теоретической мысли? Во-первых, первоочередные задачи геологии как прикладной науки диктовали необходимость поиска минеральных ресурсов, а теоретическая проблема закономерного устройства земной поверхности казалась слишком абстрактной и умозрительной. Во-вторых, все заключения о закономерностях структуры планеты оказывались не очень точными, они не поддавались рациональному объяснению. Сейчас, похоже, положение меняется, и в ближайшие годы

*Географо-геологические гомологии А.П. Карпинского. В предложенной им проекции не только конфигурации всех континентов (исключая Африку) подобны в основных чертах, но и геологические структуры. Горные складчатые области образуют единый “ствол” вдоль побережья Тихого океана с ответвлениями внутрь материков.*

**проблема организации структуры Земли** займет одно из центральных мест в геолого-геофизических науках.

Продолжая традиционные сопоставления неоднородности структуры Земли с правильными многогранниками, в последнее время обнаружили, что наиболее полно строение нашей планеты может быть отражено в **симметриях куба**. Первым эту особенность структуры Земли отметил мало кому известный гидролог А.А. Шульга. Специалист по водным ресурсам страны, он многие десятилетия увлеченно

анализировал топографические карты и выявлял в них подобия форм, симметрии и антисимметрии. Закономерности, установленные А.А. Шульгой, впоследствии нашли подтверждение в построениях других авторов, пришедших к тем же заключениям независимым путем.

В теле земного сфероида значимы **три оси симметрии четвертого порядка, соответствующие осям вписанного в сферу куба**. Одна из них совпадает с осью вращения Земли, а две другие лежат в плоскости экватора (их координаты  $40^\circ$  в.д. и  $130^\circ$  з.д.,  $130^\circ$  в.д. и  $50^\circ$  з.д.). При таком сопоставлении сферы и куба получается, что экватор – не просто линия, делящая сферу пополам, а проекция плоскости симметрии сферы. Если отметить на экваторе центры пересекаемых им континентов – Африки, Южной Америки и Океании, – и отложить по  $45^\circ$  в противоположные стороны от этих центров, то в каждом случае мы попадем на осевые зоны срединно-океанических хребтов. Ось Восточно-Тихоокеанского поднятия пересекается с экватором на  $110^\circ$  з.д., Срединно-Атлантического хребта – на  $20^\circ$  з.д., Индийского срединно-океанического хребта – на  $70^\circ$  в.д. Пересечение с экватором желоба Соломоновых островов ( $160^\circ$  в.д.) разделяет его на равные (по  $90^\circ$ ) части.

Таким образом, пересечения экватора с глобальной системой рифтов очень точно обозначают ребра вписанного в сферу куба, а

грани куба и их внутренняя структура отражают симметрию (антисимметрию) общей структуры планеты. Полярные **грани антисимметричны**, поскольку на южной располагается поднятие, а на северной – депрессия, точно так же **антисимметричны тихоокеанская и африканская грани**: напротив самого обширного и глубокого океана размещается наиболее высоко приподнятый континент.

Существенно, что те же свойства симметрии куба отражены и в геологическом строении земной коры. Благодаря успехам сейсмической томографии, проявления тех же закономерностей установлены в неоднородностях мантии на разных глубинах, вплоть до границы мантии с ядром ( $2900$  км). Поразительно, что определенная структурированность, отвечающая симметрии куба, отмечается и в атмосфере Земли, этой весьма подвижной и неустойчивой оболочке планеты. В настоящее время **феномен упорядоченной организации структуры** планеты следует считать надежно установленным эмпирическим обобщением.

Кажется совершенно удивительным, что эта фундаментальная особенность глобальной структуры Земли не находила и не находит места ни в одной из существующих геотектонических концепций, привлекаемых для объяснения причин и механизмов ее эволюции. Только в последние годы появились немногочисленные публи-

кации по этой проблеме. Совершенно ясно, что наличие упорядоченности в структуре современной Земли несовместимо с любыми мобилистскими представлениями, в том числе и с тектоникой литосферных плит. С позиций мобилизма сегодняшняя структура Земли выглядит случайно.

Нет объяснения феномену упорядоченности структуры и в альтернативных мобилизму традиционных, фиксистских, как принято говорить, концепциях, отрицающих масштабные горизонтальные движения литосферы. Поскольку нет четких представлений о закономерностях распределения тектонически активных и пассивных зон в различные эпохи и стадии развития Земли, нет и идеи о том, чем может регулироваться такое распределение. Вспомним В.И. Вернадского, который утверждал: “Эмпирическое обобщение, раз оно выведено из фактов, не требует проверки. Оно может существовать и быть положено в основу научной работы, даже если оно является непонятным и противоречит господствующим теориям и гипотезам”.

ГДЕ АЛЬТЕРНАТИВА  
МОБИЛИЗМУ?

Проблема пространственной организации структуры Земли, по-видимому, и не могла быть решена до настоящего времени, потому что геотектонические концепции всегда опираются на представления и законы физики соответствующего этапа ее раз-

вития. До сих пор это была классическая физика сплошных сред, где действуют четко выраженные причинно-следственные связи и однозначно понимаемые законы.

Само существование явления упорядоченности структуры Земли, выраженное не только в рельефе поверхности, но и в геологическом строении земной коры и характерных неоднородностях мантии, заставляет думать о процессах **самоорганизации и саморазвития**. Вряд ли можно сейчас предложить глобальную модель процессов самоорганизации, которая объяснила бы существующий феномен упорядоченной структуры Земли, но некоторые общие принципы построения такой модели могут быть намечены.

Сейчас стало ясно, что Земля – сложная система твердых, жидких и газообразных компонентов. Потоки насыщенных газами растворов (флюидов) играют огромную структурообразующую роль во всех геодинамических процессах, главной в осмыслении про-

цессов эволюции Земли должна стать неравновесная (нелинейная) термодинамика. О нелинейной геодинамике писал академик Ю.М. Пушаровский. Это направление современного естествознания принято называть синергетикой.

Как будто не вызывает сомнений, что процессы эволюции Земли и структурообразования на ее поверхности обеспечиваются внутренней (эндогенной) энергией, запасы которой в нижних горизонтах мантии и во внешнем жидком ядре планеты практически неисчерпаемы. Ее потоки пронизывают всю мантию в виде струй (плюмов) высокоэнергетических флюидов. Они взаимодействуют с веществом, через которое они проникают, и высвобождают внутренние запасы его энергии. Такие сложные энергообмены ответственны за все физико-химические преобразования в глубоких геосферах. А вот неравномерным распределением эндогенной энергии в теле Земли управляют, по-видимому, **космические факторы**, прежде все-

го неравномерность вращения Земли и движения ее по орбите. Важное значение имеет установленная членом-корреспондентом РАН Ю.Н. Авсюком **периодичность эволюции системы Земля–Луна**, которая неизбежно должна сказываться на периодичности ряда глобальных геологических и геофизических процессов, таких как этапы тектономагматической активизации, трансгрессии и регрессии моря, оледенения и потепления климата. В конечном счете все это сказывается на **периодичности экологических катастроф**.

Главной задачей геотектоники на современном этапе развития, как представляется, становится поиск конкретных механизмов **взаимодействия эндогенных и экзогенных сил**, распределяющих потоки энергии в теле планеты и формирующих структуру ее геосфер. Именно это и определяет процесс самоорганизации, проявленный в закономерностях лика Земли и структуре ее глубоких недр.

## Ларец сокровищ в туманности NGC 3603

А. И. ДЬЯЧЕНКО

---

Счастливо наше поколение, на долю которого выпала возможность увидеть в мельчайших деталях самые сокровенные процессы во Вселенной. Рождение и угасание звезд – из таких. Новые телескопы приблизили к нам звезды неизмеримо, но одно дело увидеть, другое – понять, что видишь. Туманность NGC 3603 из-за огромной удаленности раньше не являлась объектом для особенно пристального изучения. С развитием средств наблюдательной астрономии ситуация в корне изменилась. В последнее десятилетие она открыла ученым столько своих секретов, что сегодня по праву может называться жемчужиной “астрономичес-



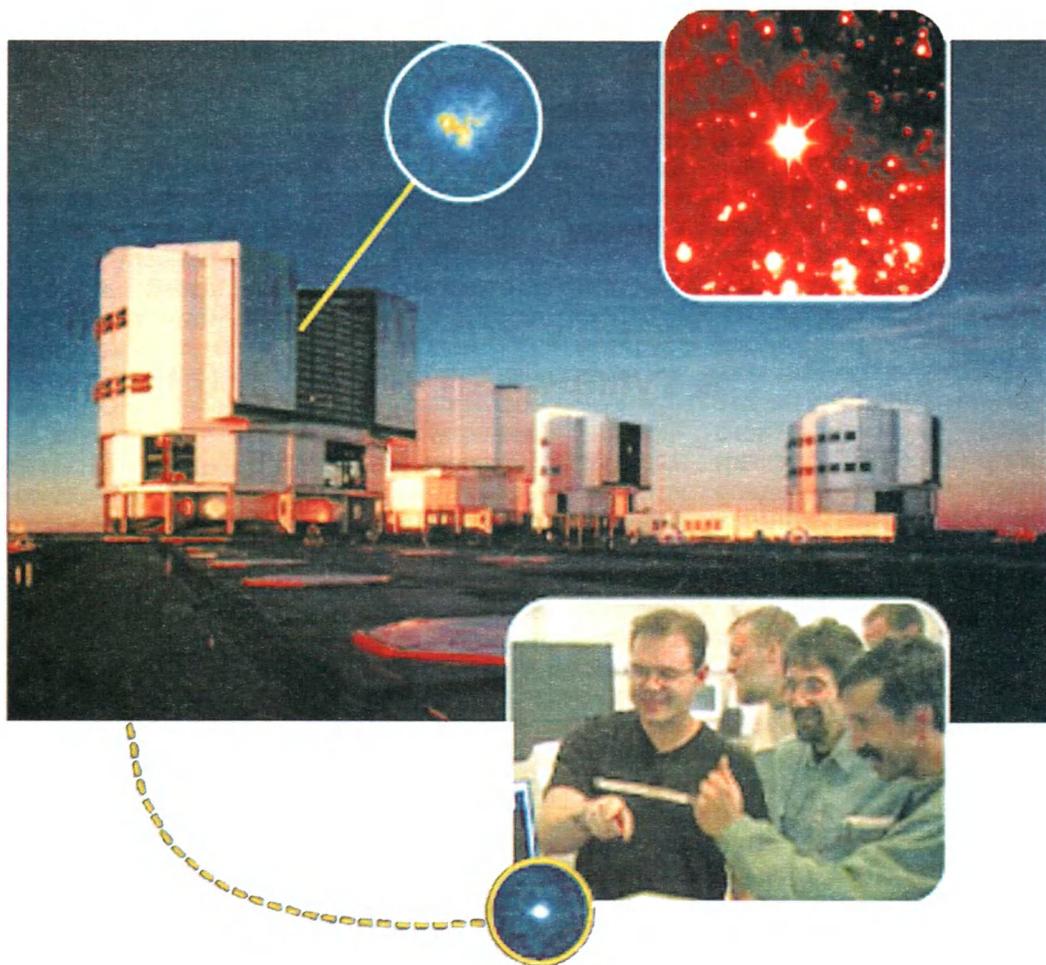
кого неба”. С ее помощью сделан еще один шаг в понимании процессов звездообразования и смерти звезд.

### ЧУДО АДАПТИВНОЙ ОПТИКИ

В эту ночь в зале управления огромным 8-м телескопом “Иепун” Европейской Южной Обсерватории в Чили (ESO) царило необычное оживление. Множество астрономов и инженеров столпилось около экрана монитора, на который выводилось изображение обыкновенной, ничем

не выделяющейся звездочки 8-й звездной величины. Оно поступало сюда с принимающей матрицы новой инфракрасной камеры, установленной в одном из фокусов телескопа. Атмосфера в эту ночь была достаточно спокойной, и образ звезды имел угловой размер всего 0.5”. Впрочем, такие ночи над Андами бывают

нередко, поэтому вплоть до этого момента ничего удивительного не происходило. Сама звезда тоже никем специально не выбиралась, и многие другие звезды могли бы в эту ночь спокойно оказаться на ее месте. Ей просто здорово повезло, и когда оператор телескопа включил часовой механизм, заставив огромную машину медлен-



но поворачиваться вслед за ней, ее судьба была решена. Так начался последний отсчет времени в этом уникальном эксперименте.

Правда, изображение звезды на экране монитора было необычно крупным – в эту ночь астрономы использовали очень большое увеличение при крошечных размерах принимающей свет ПЗС-матрицы. Оно меняло форму, словно амеба или подвижный световой зайчик, но в ее подвижности тоже не было ничего особенного: просто при большом уве-

личении самым естественным образом проявлялось волнение высоких слоев атмосферы – настоящий бич крупных наземных телескопов. Главная причина царящего в комнате оживления – маленькое, опутанное проводами деформируемое зеркало системы **адаптивной оптики**, через которое проходил луч света от звезды, прежде чем попасть на экран монитора, – оставалось до этого момента совершенно неподвижным.

И вот, наконец, наступил тот миг, которого с волнением ждали собрав-

*Четверка телескопов VLT ESO в Чили. На врезках: вверху слева – изображение звезды без применения адаптивной оптики; вверху справа – голубой гигант Sher 25 в NGC 3603, сфотографированный с адаптивной оптикой; внизу слева – звезда после включения адаптивной оптики; внизу справа – в комнате управления телескопом VLT во время испытания системы адаптивной оптики на 8-м телескопе "Йепун", состоявшегося 26 ноября 2001 г. Фото ESO.*

шиеся здесь люди. Один из операторов телескопа подошел к новенькому пульта управления системы адаптивной оптики и

впервые в реальных условиях заставил ее маленькое зеркальце ожить, как бы соревнуясь в подвижности с быстро меняющимся изображением звезды. Конечно, никто из присутствующих в зале не смог бы увидеть своими глазами молниеносные колебания поверхности этого зеркала. Не мудрено – оно изменяло свою форму 500 раз в секунду всего на доли микрометра! Однако никто и не пытался этого делать, всех интересовало главное – результат. И то, что увидели люди на экране монитора, заставило всех разом ахнуть...

Как по мановению волшебной палочки, неуемная “амеба” тотчас собралась в комочек, разом втянув все свои щупальца, и превратилась в неподвижный кружок! Мысль о том, что это одно из самых восхитительных изображений звезды, которое когда-либо доводилось видеть астрономам в жизни, непроизвольно пронеслась в умах многих присутствовавших здесь людей. Еще через секунду комната наполнилась бурей аплодисментов. В первом же эксперименте на длине волны 2.2 мкм было получено устойчивое изображение звезды диаметром всего 0.068 угловой секунды! Это был полный успех. Так, в ночь с 25 на 26 ноября 2001 г. на одном из 8-м гигантов ESO впер-



вые заработала система адаптивной оптики ближнего инфракрасного диапазона (1–5 мкм), которая в самой коротковолновой его части будет строить изображение звезд с угловым диаметром всего 0.03”.

Согласитесь, после такого начала никому не придет в голову выбирать цели наобум. Многие с нетерпением ожидали этой возможности, ибо на небе есть немало загадочных объектов, которые только и ждут, чтобы на них посмотрели с таким разрешением. Не дожидаясь следующей ночи, сразу после эксперимента, астрономы ESO решили поймать в поле зрения “обновленного” телескопа еще три небесных объекта, каждый из которых по-своему уникален. Первым из них ока-

залось центральное звездное скопление в туманности NGC 3603. Почему? Ответом на этот вопрос и станет наша статья.

#### ГИГАНТСКАЯ ОБЛАСТЬ III

Туманность NGC 3603 в созвездии Киля, несмотря на ее сравнительно большую удаленность от нас (20 тыс. св. лет), бесспорно занимает среди подобных объектов в Галактике особое положение. Здесь она является абсолютным рекордсменом, по крайней мере в двух отношениях. Во-первых, NGC 3603 – крупнейшая из известных в нашей звездной системе область ионизованного водорода и по праву может называться гигантской областью III. Во-вторых, в ней сконцентрированы наиболее массивные звезды

Центральная часть туманности NGC 3603. Снимок в видимых лучах. Расстояние до туманности около 20 тыс. св. лет. Фото КТХ.



в Галактике. Что это значит? Давайте по порядку.

Газовые облака в галактиках состоят главным образом из водорода, самого легкого и наиболее распространенного элемента Вселенной. Когда водород облучается ультрафиолетом с достаточно короткой длиной волны (ученые называют эту область электромагнитного спектра **лаймановским континуумом**), он ионизируется. Фотоны высоких энергий отрывают от атомов водорода их единственный электрон — в результате от целого атома остается только протон; электрон же, получив энергию ультрафиолетового кванта, навсегда уходит в пространство. Именно таков механизм возникновения областей HII в галактиках. Параллельно с

ионизацией атомов в области HII протекает и обратный процесс — процесс рекомбинации, когда положительно заряженный протон встречается на своем пути оторванный у какого-нибудь атома электрон и захватывает его на своей орбите. В этом процессе атом уже сам излучает кванты света, в том числе и кванты знаменитой линии  $H_{\alpha}$  (656.3 нм) — красной линии водорода, придающей областям HII хорошо знакомый астрономам красный оттенок.

**Гигантские области HII** — это огромные, протяженные области ионизованного водорода, возбуждаемого светом очень горячих звезд. В них протекают процессы интенсивного (иногда говорят взрывного) звездообразования. Именно обилие массивных

голубых гигантов, заставляющих газ светиться, делает эти области самыми яркими в галактиках. Существует гипотеза, что гигантские области HII — это и есть те места во Вселенной, где в наше время рождаются **шаровые скопления** (Земля и Вселенная, 1975, № 6; 1978, № 4). Физические процессы, протекающие в этих областях, имеют огромную важность для нашего понимания процессов звездообразования вообще, их воздействия на окружающую среду, процессов взрывного звездообразования и процессов, протекающих в ядрах активных галактик. Обычно гигантские области HII астрономы находят в богатых газом неправильных галактиках (например, туманность Тарантул в БМО), реже — в спиральных галактиках (NGC 604 в M 33).

По меркам Вселенной, туманность NGC 3603 — это всего лишь “карликовая” гигантская область HII. Ее поперечник не превосходит 100 св. лет. Тарантул, к примеру, имеет диаметр около 1000 св. лет и в 40 раз большую массу. Однако “миниатюрность” NGC 3603 с лихвой окупается близостью, дающей возможность астрономам изучать ее с беспрецедентным разрешением. Скажем больше, NGC 3603 является единственной в нашей Галактике гигантской областью HII, которую мы можем изучать в оптическом диапазоне, даже несмотря на то, что видимый свет, идущий от туманности к нам через за-

пыленный диск Млечного Пути целых 20 тысяч лет, ослабевает почти на 5 звездных величин. Поэтому в ней ученые видят прежде всего возможность найти ключ к пониманию природы гигантских областей III в гораздо более удаленных галактиках.

Известно, что все шаровые звездные скопления в нашей Галактике – преклонные “старички”. И все же при виде скопления в NGC 3603 невольно напрашивается аналогия с молодыми шаровыми скоплениями в Магеллановых Облаках (Земля и Вселенная, 1970, № 6). Действительно, общая масса звезд в центральном скоплении туманности оценивается в не менее 10000 масс Солнца, что позволяет нам считать эту область уменьшенной моделью процесса рождения больших шаровых скоплений в других уголках Вселенной. В этом смысле астрономы часто проводят параллели между NGC 3603 и туманностью Тарантул, в которой похожие процессы протекают в значительно больших масштабах.

Что же позволило родиться в нашей звездной системе такому компактному и сравнительно массивному звездному скоплению? Вспомните, что одним из главных препятствий для их образования астрономы считают спиральные рукава Млечного Пути, через которые вынуждены проходить гигантские молекулярные облака на своем пути вокруг центра Галактики. При прохождении такого

облака через рукав по нему неизбежно прокатывается волна уплотнения, и, как следствие, в нем начинается процесс быстрого, но – и это самое главное – малоэффективного и несконцентрированного звездообразования. Результат – рождение небогатой (в сравнении с шаровыми скоплениями) и разрозненной ассоциации, одного или нескольких рассеянных скоплений (Земля и Вселенная, 1974, № 3; 1991, № 2). Астрономы полагают, что отсутствие таких рукавов в неправильных Магеллановых Галактиках дает возможность гигантским облакам водорода долгое время находиться там в спокойном, не возмущаемом извне состоянии, и уплотняться лишь под действием собственной гравитации. Откуда же могли возникнуть подобные “спокойные” условия в принадлежащей Млечному Пути туманности NGC 3603? Оказывается, она удалена от центра Галактики на расстояние, близкое к 26000 св. лет. В этом она похожа на Солнечную систему. Вам это ничего не напоминает? Конечно, это и есть **радиус коротации!** То расстояние, на котором материя и звезды движутся вокруг центра Галактики с той же скоростью, что и узор спиральных рукавов. На этом расстоянии материя почти неподвижна относительно последних. Может быть, в этом и кроется секрет рождения такого компактного и богатого звездами скопления в Млечном Пути?

## РЕКОРДНАЯ ПЛОТНОСТЬ

Второй рекорд, обладателем которого является NGC 3603, неразрывно связан с первым. Ядро ее центрального звездного скопления – область с радиусом 4” (или 0.4 св. года на этом расстоянии), имеющая собственное обозначение HD97950, – является местом рекордно высокой концентрации самых массивных звезд из известных в Галактике. В объеме меньше одного кубического светового года здесь теснится не менее 9 сверхтяжеловесов, каждый из которых на два порядка (в сто раз) тяжелее Солнца. Тут уживаются вместе три горячие звезды Вольфа – Райе (Земля и Вселенная, 1994, № 2), шесть голубых сверхгигантов класса O3 и несколько O-звезд более поздних подклассов.

Интересно, что если из скопления в NGC 3603 мысленно удалить все звезды, оставив только 14 самых горячих сверхгигантов HD97950, то их “жар” уже давал бы более 80% того потока коротковолнового излучения, которое сегодня поддерживает ионизацию всей этой гигантской области III нашей Галактики. Общая масса горячих O- и B-звезд в скоплении превосходит 2000 солнечных. Если сравнить его с известным скоплением Трапеции в Большой Туманности Ориона (Земля и Вселенная, 1994, № 1), то ионизирующее излучение более чем полусотни O-звезд, принадлежащих скоплению в NGC 3603, в 100 раз

мощнее полного потока ионизирующего излучения звезд скопления Трапеции. Звезды класса В уже почти не вносят никакого вклада в это излучение, ибо у них из-за падения поверхностной температуры поток ультрафиолетовых квантов лаймановского континуума, начиная уже с подклассов В0 и В1, резко падает. Вспомните голубую отражательную туманность вокруг Плеяд, в которой нет ни одной звезды горячее В6 и где не видно ни одной мало-мальски заметной области ионизованного водорода. В этом смысле скопление в NGC 3603 опять же уместнее сравнивать не со скоплением Трапеции, а со скоплением в гигантской туманности Тарантул. В ней астрономы насчитали более сотни сверхгигантов, каждый из которых в 100 раз тяжелее и в 10 раз горячее Солнца. А мощность потока ионизирующего излучения в Тарантуле еще в 7 раз выше, чем в NGC 3603. Только присутствие во Вселенной таких гигантов (и только оно) оправдывает термин “карликовая”, который мы употребили по отношению к области NGC 3603.

Несколько отвлекаясь от темы и восстанавливая справедливость, мы назовем и два других объекта, которые были выбраны астрономами ESO той ноябрьской ночью 2001 г. в качестве первых мишеней для системы адаптивной оптики 8-м телескопа. Ими и оказались уже упоминавшиеся здесь туманность Тарантул и Большая Туманность Ориона. Причем

в первой, конечно, телескоп навели на ядро центрального скопления – удивительный объект R136, много десятилетий мучивший астрономов загадочностью своей природы. А во второй в поле зрения телескопа оказалась знаменитая область Беклина – Нейгебауэра/Клеймана – Лоу (место активного звездообразования около Трапеции Ориона), в которой скрывается массивная формирующаяся, а может быть уже сформировавшаяся и даже прожившая часть своей зрелой жизни звезда.

#### ВСЕ ЭТАПЫ ЖИЗНИ ЗВЕЗД

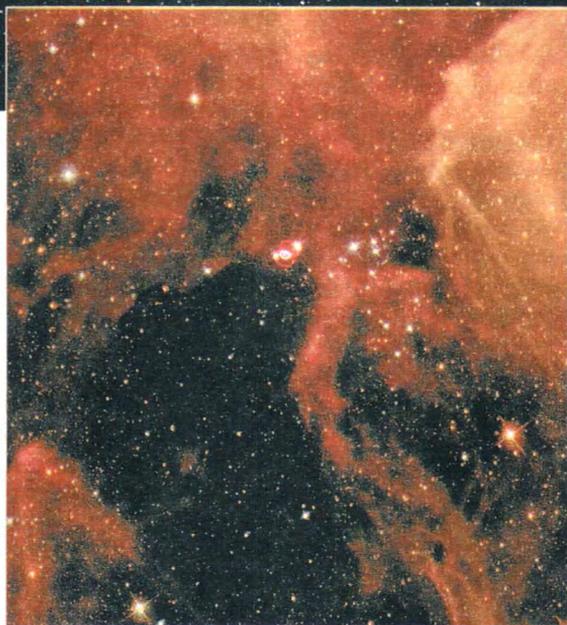
До сих пор мы даже не упоминали о еще одной удивительной особенности туманности NGC 3603, привлекающей к ней сегодня такое внимание ученых. Она заключается во все не в ее рекордах, а в том, что здесь, в одной-единственной области Галактики, астрономам удалось увидеть одновременно почти все ключевые этапы жизненного цикла звезд: начиная от глобул Бока, в которых звездообразование еще только начинается, и кончая предпоследней фазой в жизни массивных звезд, когда они уже готовятся взорваться как сверхновые.

Последнее обстоятельство вообще можно назвать уникальным. И даже немного жаль, что на наших широтах южное созвездие Киля совсем не поднимается над горизонтом. Дело в том, что жители Южного полушария

имеют реальный шанс увидеть своими глазами тот последний этап в жизни массивной звезды – мистерию взрыва сверхновой, который единственно пока не наблюдается ни в NGC 3603, ни в какой-нибудь другой области Млечного Пути. Астрономы в наши дни имеют лишь один относительно близкий пример сверхновой типа II – SN1987A в соседней с нами галактике Большое Магелланово Облако, и это уже большое везение (Земля и Вселенная, 1989, № 2). Там, неподалеку от туманности Тарантул, в 1987 г. закончила свою жизнь одна из ее массивных звезд. К удивлению астрономов, состояние, в котором подошел к своей катастрофе голубой гигант Sk – 69°202, породивший знаменитую Сверхновую SN1987A, очень похоже на то состояние, в котором находится сегодня голубой гигант Sher 25 в NGC 3603. К нему мы еще вернемся, а нашу прогулку по NGC 3603 давайте все же начнем в той последовательности, в которой различные этапы жизненного цикла звезд следуют друг за другом эволюционно.

#### ГЛОБУЛЫ БОКА

В правом верхнем углу на снимке КТХ хорошо видны маленькие темные облака, называемые **глобулами Бока** (в честь голландского астронома Барта Бока, активно изучавшего подобные образования еще в середине XX столетия). Имея поперечник



Фрагмент БМО со Сверхновой 1987. Белой рамкой выделена область вокруг Сверхновой SN 1987A в Большом Магеллановом Облаке. На широкоугольном снимке, полученном на телескопе Куртиса (Межамериканская обсерватория в Серро-Тололо) 2 марта 1987 г., всего через неделю после вспышки, Сверхновая еще только разгорается. В поле зрения телескопа попала и туманность Тарантул (вверху слева). На врезке крупным планом дана область вокруг Сверхновой SN1987A в Большом Магеллановом Облаке, какой ее увидел КТХ в 1994–97 гг. Фото КТХ.

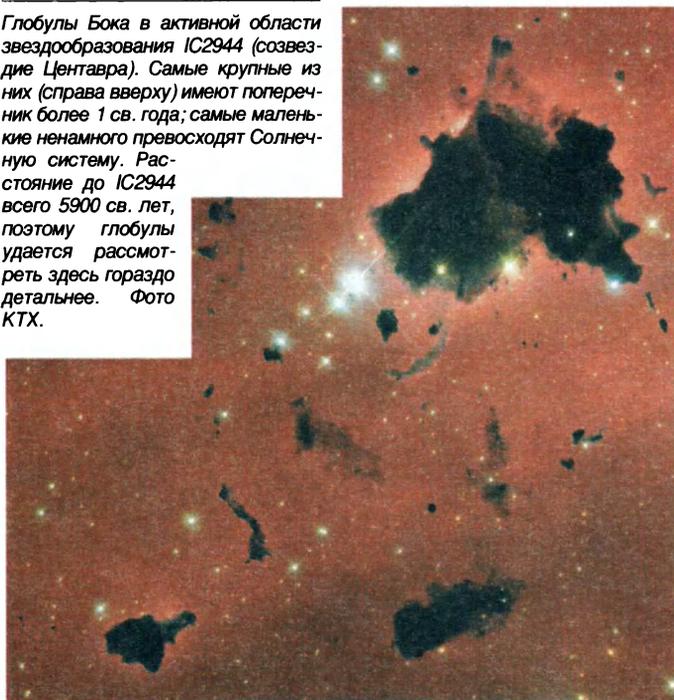
не более половины светового года, эти глобулы представляют собой плотные компактные сгущения холодного нейтрального молекулярного газа и пыли. По звездным меркам, это всего лишь “капли” в пространстве, но пусть эта миниатюрность не вво-

дит вас в заблуждение: в масштабах Солнечной системы (ее поперечник всего 0.001 св. года) они огромны!

Считается, что при уплотнении газа и пыли в такой глобуле может начаться формирование одной или даже нескольких

звезд. По мере усиления внешней ионизации она может превратиться в так называемую испаряющую газовую глобулу и стать представителем следующего эволюционного этапа в жизни звезд. На снимке, сделанном КТХ, хорошо видно, что внеш-

Глобулы Бока в активной области звездообразования IC2944 (созвездие Центавра). Самые крупные из них (справа вверху) имеют поперечник более 1 св. года; самые маленькие ненамного превосходят Солнечную систему. Расстояние до IC2944 всего 5900 св. лет, поэтому глобулы удастся рассмотреть здесь гораздо детальнее. Фото KTX.



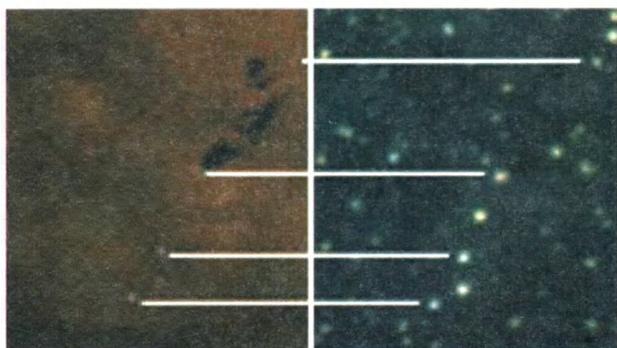
ние края темных глобул в NGC 3603 еще почти не затронуты ионизацией светом центрального скопления.

Теперь самое интересное. Когда мы говорим слово “считается”, это вовсе не значит, что все обстоит именно так. “Счита-

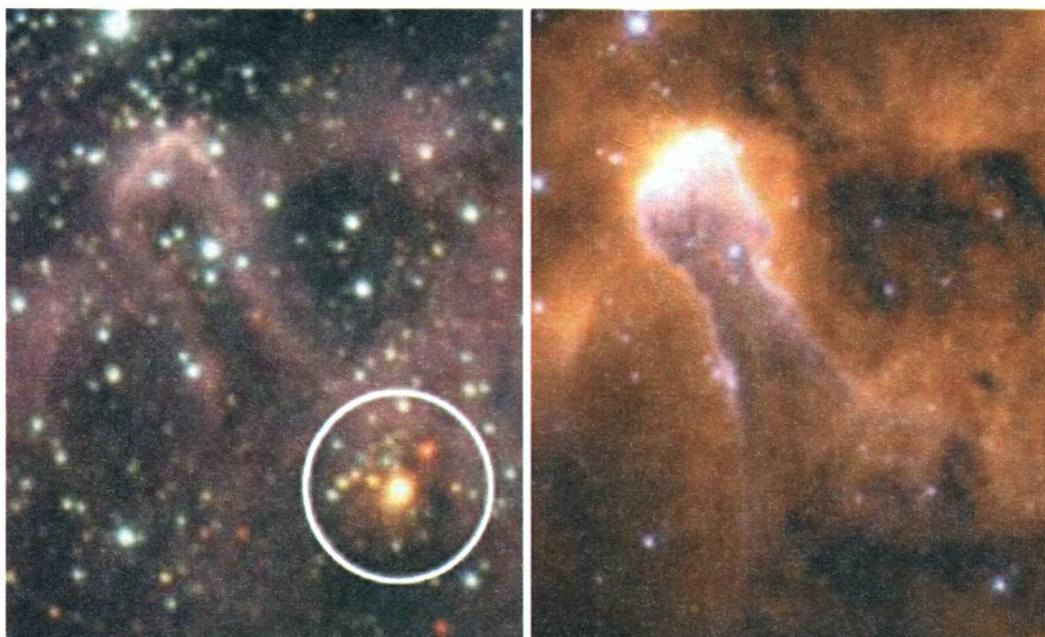
ется, что в глобулах Бока может начаться звездообразование” – но кто может это увидеть своими глазами?! В обычных лучах никакому, даже самому крупному телескопу это не под силу – пыль очень плотно скрывает внутрен-

ности глобулы. Однако выход есть: 8-м телескоп “Анту” ESO “посмотрел” на NGC 3603 в ближнем инфракрасном диапазоне, для которого темные глобулы оказались почти прозрачными. Астрономы совместили снимок KTX со снимком “Анту” и... не увидели в этих глобулах ни одного точечного инфракрасного источника!

Только не делайте из этого поспешных выводов. К примеру, это совсем не означает, что глобулы Бока всегда стерильны – для такого вывода нужна как минимум большая статистика. Также нельзя утверждать, что в этих конкретных глобулах звезды никогда уже не родятся. Правильнее сказать так: даже если со временем в них и родятся звезды, то пока что процесс звездообразования либо не начался вовсе, либо находится на столь ранней стадии, что центральные уплотнения формирующих протозвезд в настоящий момент еще слишком холодные. Впрочем, в последнем случае у астрономов есть шанс увидеть и такую протозвезду. Для этого нужно “просвечивать” глобулу не в ближнем ИК-диапазоне, а в более длинноволновом, на котором зарождающаяся протозвезда уже может высвечивать ощутимую долю своей энергии. Например, это можно сделать в среднем (тепловом) ИК-диапазоне, для чего у астрономов ESO есть сегодня камера TIMM2 на 3.6-м телескопе, и скоро появится аналогичный при-



Совмещение снимков в видимом (слева, KTX) и ИК-диапазоне (справа, “Анту”) показало, что в глобулах Бока туманности NGC 3603 пока ничего “существенного” нет. Фото KTX и ESO.



На снимке "Анту" в ИК-диапазоне хорошо видно скопление молодых звезд, глубоко упрятанное в основание южной колонны. Фото ESO (слева) и КТХ.

бор VISIP на 8-м гиганте. Можно это делать даже в миллиметровом диапазоне (в случае совсем холодных протозвезд), и здесь надежды возлагаются на Большой Атакамский Массив Миллиметровых Радиотелескопов (ALMA), который планируется построить в ближайшее время в чилийской пустыне Атакама (Земля и Вселенная, 1999, № 6).

#### ГАЗОПЫЛЕВЫЕ СТОЛБЫ

У многих любителей астрономии названное словосочетание давно уже ассоциируется с туманностью Орел (M 16), яркий снимок центральной области которой поразил вооб-

ражение ученых в 1995 г. (Земля и Вселенная, 2002, № 4).

В действительности **гигантские газопылевые колонны** – самое впечатляющее свидетельство взаимодействия ионизирующего излучения горячих звезд с холодными плотными облаками молекулярного водорода – это, скорее, типичные образования больших областей HII. Здесь, в туманности NGC 3603, мы видим сразу две такие колонны. Их скульптором является все тот же процесс фотоиспарения, который породил столбы в M 16.

Хотя главу о глобулах Бока мы поставили перед главой о газопылевых колоннах, в действительности эволюционно это скорее параллельные стадии в жизни звезд. Только, в отличие от глобул, колонны могут скрывать в себе целые скопления формирующихся звезд. Кроме

того, условия для формирования более массивных звезд в них, очевидно, благоприятнее.

Итак, газопылевая колонна – не что иное, как крупномасштабное уплотнение в большом молекулярном облаке, которое очень неохотно тает под действием внешнего ультрафиолетового излучения родившихся поблизости горячих звезд. Яркая, сильно ионизованная голова такой колонны всегда выдает направление на основной источник ионизирующего излучения (в данном случае это центральное скопление). Сам столб колонны может быть вовсе и не таким плотным, как голова, и сохраняться только благодаря "упорству" последней (т.е. попросту быть в тени). В NGC 3603 эти колонны находятся поблизости от гораздо более массивных, а значит, и более "агрессивных" звезд, чем

знаменитые колонны в М 16 или, к примеру, в Трехдольной туманности. На инфракрасном снимке NGC 3603, сделанном “Анту”, астрономы увидели следующую картину: в одной из двух колонн туманности действительно скрывается уже сформировавшееся молодое звездное скопление, причем находится оно не в яркой голове колонны, а глубоко внутри – у самого ее основания. Медленно испаряющаяся колонна будет еще долго защищать этот укромный уголок, давая возможность самым легким протозвездам спокойно продолжать набирать свои массы, а уже сформировавшимся протопланетным дискам – постепенно эволюционировать в сторону планетных систем. Этот снимок также показывает, что в головах обеих колонн нет никаких точечных источников инфракрасного излучения, и, скорее всего, они состоят лишь из плотного частично ионизованного газа и пыли. Несколько ярких звезд, проецирующихся на вершину южной колонны, в реальности расположены перед нею и видимы на обычном оптическом снимке КТХ.

#### ИСПАРЯЮЩИЕСЯ ГЛОБУЛЫ

На снимке КТХ внизу, чуть левее середины, можно увидеть два ярких, обособленно висящих в пространстве каплеобразных облака. На снимке “Анту” правее и выше центрального скопления видна третья подобная капля. И, наконец, средствами радио-

астрономии совсем рядом с третьей каплей (к юго-западу от нее) обнаружена еще одна, четвертая каплеобразная туманность, не видимая на обычном и инфракрасном снимках. Читатели, уже видевшие снимки подобных образований в Орионе, возможно, сразу вспомнят новый, необычно звучащий термин, стремительно вошедший в оборот у астрономов в последнее десятилетие – **пропליды**. Благодаря морфологическому сходству этих образований в NGC 3603 и Орионе некоторые астрономы уже поспешили окрестить их проплидами и здесь. Другие поступили аккуратнее и называют их так: **проплидообразные глобулы**. Чтобы не вносить дальнейшей путаницы, разберемся, какой смысл, по существу, определяет каждое из этих понятий. Начнем сначала.

Представьте себе, что глобула Бока внезапно попадает под мощный поток внешнего ионизирующего излучения. Обычно так происходит, когда поблизости от нее зажигаются горячие голубые звезды. Если бы этого не случилось, глобула, возможно, жила бы еще очень долго, по крайней мере до тех пор, пока ее не разнесла изнутри новорожденная звезда. Но если такое все же произошло, дальнейшая судьба глобулы определена, и дни ее сочтены. Прежде всего, благодаря внешнему ультрафиолетовому излучению сразу меняется ее внешний вид: глобула обретает яркую

голову, всегда обращенную к внешнему ионизирующему источнику. Кроме того, в результате интенсивной фотоионизации поверхности глобулы начинается ее быстрое испарение. Благодаря экранному воздействию головы и звездному ветру ионизирующего источника она приобретает вытянутую форму. Мощность ионизирующего излучения определяет темп потери глобулой массы, а значит является главным фактором, устанавливающим отмеренный ей срок. Именно для описания этой, финальной стадии в жизни глобулы Бока астрономы используют аббревиатуру **EKG** (Evaporating Gaseous Globule – Испаряющаяся Газовая Глобула). Иногда в литературе встречается и другой термин – **PIG** (Partially Ionized Globule – Частично Ионизованная Глобула). По существу, это одно и то же.

Очевидно, EKG может возникнуть не только из глобулы Бока. Мысленно изменим начальные условия и представим себе маленькое уплотняющееся облако внутри большой газопылевой колонны. Легко понять, что если внешний ионизирующий источник заставит границу всей колонны “отступить”, оставив наше облако висеть за его пределами, дальнейшая его эволюция будет совершенно аналогична вышеописанному сценарию. Большинство EKG в М 16, как видно на снимке этой туманности, развивались именно таким путем, т. е. появились над по-

Трапеция (крупно) и проплід около  $\Theta$  Ориона. Четверка звезд Трапеции Ориона. Вокруг Q1 Ориона (голубой гигант класса O6) вытянулись испаряющиеся глобулы протопланетных дисков. На врезке изображена одна из них. Поперечник ее диска в 7.5 раза превосходит диаметр Солнечной системы, а центральная звезда имеет массу всего  $0.2 M_{\odot}$ . Фото КТХ.

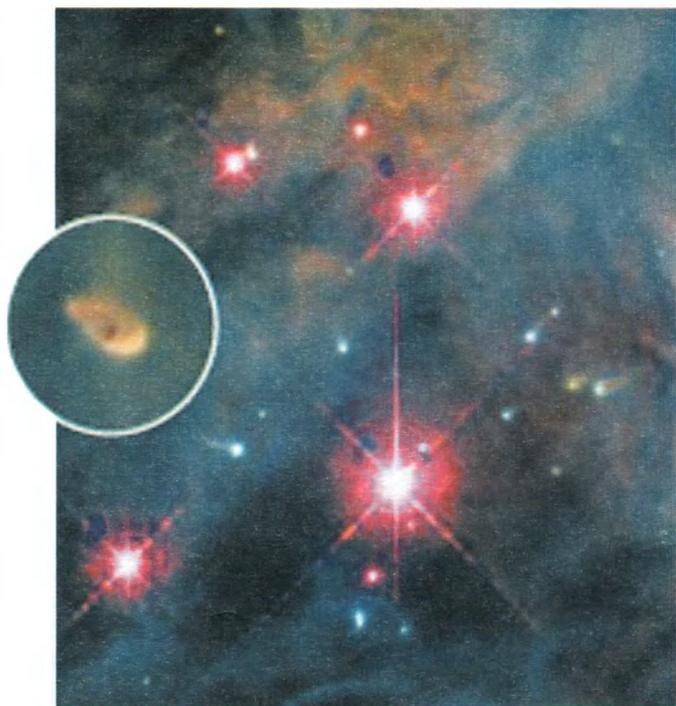
верхностью отступающей колонны.

Какова дальнейшая судьба испаряющейся глобулы? Перечислим возможные варианты.

1. Глобула испарилась, и... не осталось ничего. Такие глобулы астрономы называют стерильными. Можно было бы добавить, что в другой, более спокойной обстановке она, возможно, и дала бы жизнь звезде. Но, как говорится, прошлого не воротишь, поэтому утешение это слабое, и история такой несостоявшейся звезды на этом заканчивается.

2. После испарения глобулы остается звезда (звезды). Это случай так называемой **фертильной глобулы** (лат. *fertilis* – плодородный). Он, в свою очередь, распадается на несколько интересных возможностей. Может родиться кратная система, двойная система, одиночная звезда и, наконец, особенно интересный случай – звезда с протопланетным газопылевым диском.

Ученых, изучающих этот этап в жизни звезд, конечно, волнует вопрос: какова в общей массе испаряющихся газовых глобул доля фертильных? Недавно астрономы ESO получили интересные статис-



тические данные по многочисленным испаряющимся глобулам вокруг газопылевых столбов в М 16. Инфракрасные снимки показали, что, по крайней мере, в 11 из 73 таких глобул достоверно присутствуют точечные источники (протозвезды), спрятанные пока в их глубинах. Почти все они здесь имеют массу менее одной солнечной. Несколько EGG оказались непрозрачными даже для ближнего ИК-диапазона. Остальные 57 выглядят в нем пустыми. Но, заметьте, это еще не значит, что внутри у них ничего нет. Там могут скрываться совсем молодые протозвезды, которые еще просто недостаточно уплотнились и нагрелись.

Интересно, что большинство фертильных глобул в М 16 с протозвездами внутри оказались рас-

положенными на поверхности первой, самой крупной колонны, и приблизительно половина из них – прямо на ее голове. Это означает, что по мере таяния первой колонны на ее месте скоро обнажится новая плеяда молодых звезд. Еще более интересным оказался тот факт, что из одной кажущейся на вид пустой глобулы в М 16 бьет настоящий джет Хербига – Аро (Земля и Вселенная, 1995, № 1)! Если это не ошибка, то астрономам будет над чем поразмыслить.

ПРОПЛИДЫ

Теперь обратимся к проплідам. Сначала расшифруем акроним, от которого происходит сам термин: PROtoPLANetarY Disk – протопланетный диск. Уже из названия следует, что термин “проплід”, строго го-



воря, следует применять не к глобулам, а к газопылевым дискам вокруг молодых звезд, из которых впоследствии могут развиться планетные системы. Тем не менее оказалось, что природа этих объектов в Туманности Ориона (именно здесь они были впервые открыты) позволила астрономам называть этим термином не только сам диск, но и всю окружающую его каплеобразную глобулу, если такая имеет. Сейчас вы поймете почему. Рассмотрим подробнее эволюцию испаряющейся газовой глобулы в области активного или протекавшего недавно звездообразования.

Допустим, наша глобула фертильна и, более того, сформировавшаяся в ней протозвезда окружена достаточно массивным протопланетным диском. Пока она находится внутри своего **натального кокона**, т.е. внутри того уплотненного первичного облака, из которого она изначально черпала свою массу, – звезда вместе со своим диском находится в безопасности. Она может

продолжать увеличивать свою массу за счет поглощения дискового вещества, а в самых холодных частях диска даже может начаться очень желательный для нас процесс слияния и укрупнения пылевых частиц. Назовем это скрытым этапом в жизни диска (скрытым натальным коконом). До этого момента сама глобула, как следует из вышесказанного, является настоящей испаряющейся газовой глобулой, исконным представителем класса EGG, независимо от того, что у нее внутри.

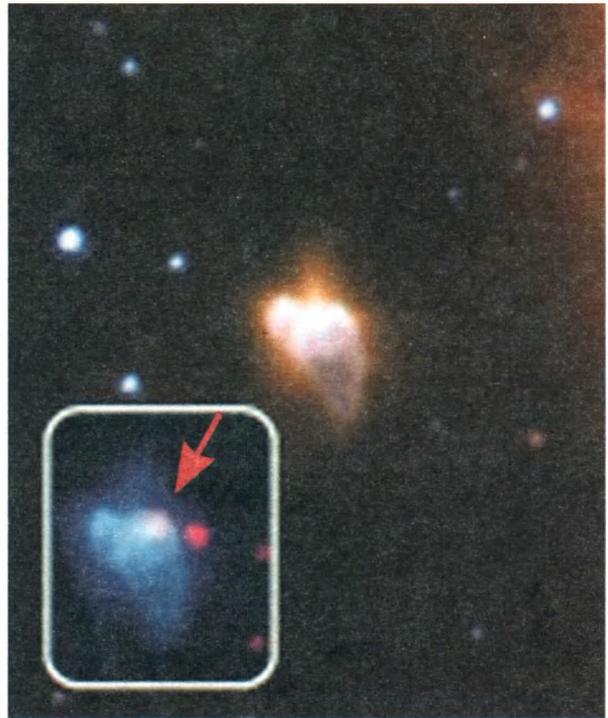
Но вот наступает момент, когда натальный кокон звезды почти полностью разбивается внешним излучением и диск оголяется. Начинается открытый этап эволюции протопланетного диска, во время которого к процессу роста пылевых частиц добавляется конкурирующий процесс – испарение дискового вещества. Астрономы считают, что он протекает в два этапа. Сначала под действием пробивающегося к холодному диску сравнительно

*Три проплиды. В разной обстановке проплиды могут выглядеть совершенно по-разному. Вдали от сильных ионизирующих источников это уплощенные диски, экранирующие свет удаленных частей туманности. В потоке ультрафиолетовых квантов проплиды превращаются в объемные светящиеся глобулы, напоминающие своей формой головастики. Фото КТХ.*

длинноволнового излучения ярких звезд скопления, его поверхность нагревается до температуры более 1200 К. При этом вместе с газом с него испаряется вещество, образующее поверхность твердых частиц. Эта испарившаяся материя поднимается над диском и разлетается во все стороны, как пар над кастрюлей с кипящей водой. По мере того как она попадает в зону действия идущих извне высокоэнергетичных ультрафиолетовых квантов, ее молекулы разбиваются и ионизируются, нагреваясь уже до 10000 К. На этом этапе испарившееся вещество диска и начинает светиться, образуя яркий кокон вокруг проплиды, на-



Справа – ближняя к центру “многоголовая” глобула в NGC 3603. На врезке совмещены изображения в оптическом и ИК-диапазонах этой же глобулы. На вершине одной из ее голов находится точечный ИК-источник. Слева – вторая глобула, не имеющая аналогичного точечного источника. Фото KTX и ESO.



поминающий былую глобулу. Только теперь он состоит уже не из материи первичного газопылевого облака, а из вещества испарившегося диска. Вот что такое глобула настоящего проплида! Сохраняя внешнюю видимость, она совершенно меняет свою природу. Последним “актером” на этой сцене выступает мощный звездный ветер центрального скопления, который подхватывает испарившуюся материю и уносит ее прочь.

Понятно, почему глобулы в Орионе с протопланетными дисками внутри (Земля и Вселенная, 1995, № 6) астрономы называют одним словом “проплид”: материя глобулы генетически неотделима от самого диска и просто является продуктом его испарения. С другой стороны, яс-

но, что **глобула-проплид** и фертильная испаряющаяся газовая глобула, даже с содержащимся в ее глубине протопланетным диском, – это два совершенно различных эволюционных этапа в жизни звезды, хотя на вид они могут быть даже очень похожи.

Заметьте, не каждая испаряющаяся газовая глобула, даже если она фертильна, должна стать проплидом, ибо, как уже отмечалось выше, она может разродиться звездой (или звездами) без дисков. Более того, морфологическое сходство такой EGG с теми далеко проэволюционировавшими проплидами в Орионе, наличие протопланетных дисков в которых установлено достоверно, – это еще не повод сразу относить ее к этому классу небесных объектов.

Поэтому используемые некоторыми астрономами для описания каплеобразных глобул в NGC 3603 термины “проплидообразный объект” или “возможный проплид” звучат пока несколько неопределенно, напоминая пресловутую “рыбу второй свежести”. **Протопланетный диск** в глобуле либо есть, либо его нет, и только окончательное разрешение этого вопроса относительно глобул в NGC 3603 даст ответ, что перед нами – просто EGG, или уже настоящие проплиды.

То, что в Орионе найдено такое обилие проплидов, является, безусловно, хорошей новостью: ведь диски вокруг молодых звезд – это потенциальные предшественники планетных систем. Однако и здесь нашлась своя ложка

дегтя. Дело в том, что ультрафиолетовое излучение ярких звезд скопления Трапеции, придавшее протопланетным дискам объем и так хорошо их подсвечившее, одновременно является и их разрушителем. А быстрое испарение дискового вещества ставит под угрозу саму возможность их развития в планетную систему.

Испаряющиеся глобулы в NGC 3603 оказались в 20–30 раз более протяженными, чем проплиды в Орионе. Их средний размер составляет здесь  $6000 \times 18000$  а.е. Когда астрономы совместили снимок КТХ с инфракрасным снимком 8-м телескопа “Анту”, то прямо на вершине одной из двух глобул, видимых на снимке космического телескопа, — на ее ионизованном фронте — оказался яркий точечный источник, являющийся спрятанной в нем молодой звездой (у второй глобулы такой звезды не оказалось). Обратите внимание — на крупном снимке этой глобулы видно две, а при внимательном рассмотрении даже три головы! (Как тут не вспомнить Змея-Горыныча!) Звезда находится на вершине одной из них. Ее масса оценивается в 1–2 солнечных. С момента зарождения звезд

ды прошло уже около 500 тыс. лет. Рядом с вершиной третьей глобулы на снимке “Анту” тоже видна яркая звезда, но она чуть смещена в сторону. По-видимому, это просто совпадение, и если бы КТХ захватил эту глобулу в поле зрения, звезда около ее вершины, скорее всего, была бы на нем видна.

Группа астрономов под руководством В. Бранднера, изучавшая в 1999 г. глобулы NGC 3603, при всем сходстве их морфологии с проплидами в Орионе и даже при 100% фертильности одной из них все же аккурратно говорит лишь о возможной тождественности их природы. Не забывайте, что на таком удалении увидеть сами протопланетные диски в NGC 3603 (как это было сделано в Туманности Ориона) до настоящего времени было почти невозможно. Кроме того, при определенной ориентации диска вместе с ним можно не увидеть и саму центральную звезду. Впрочем, теперь у астрономов ESO уже есть в руках и адаптивная оптика, и прекрасный приемник инфракрасного диапазона. Посмотрим...

Предположив, что глобулы в NGC 3603 являются проплидами, В. Бранд-

нер и его коллеги смоделировали на компьютере эволюцию целой системы звезда-диск-оболочка при условии, что она находилась еще в фазе гравитационной аккреции в тот момент, когда впервые подверглась потоку ионизирующего излучения центрального скопления. Компьютерная модель очень хорошо воспроизвела наблюдаемую морфологию глобул в туманности, но для объяснения их размеров потребовала немалого темпа испарения дискового вещества — до  $10^{-5} M_{\odot}$  в год (каждые четыре месяца с диска испаряется целая Земля!). Учитывая колоссальную ионизирующую мощь центрального скопления в NGC 3603, в этом нет ничего невозможного. Цепочка наблюдаемых фактов и их следствий замкнулась: сверхплотное центральное скопление с высокой концентрацией сверхгигантов — высокая мощность ионизирующего излучения — высокая скорость испарения протопланетных дисков — большой объем и температура испаряемого вещества — огромные размеры глобул возможных проплидов. Не исключено, что именно их мы и видим в туманности.

*(Окончание в № 1, 2003)*

Солнце в апреле–мае 2002 г.

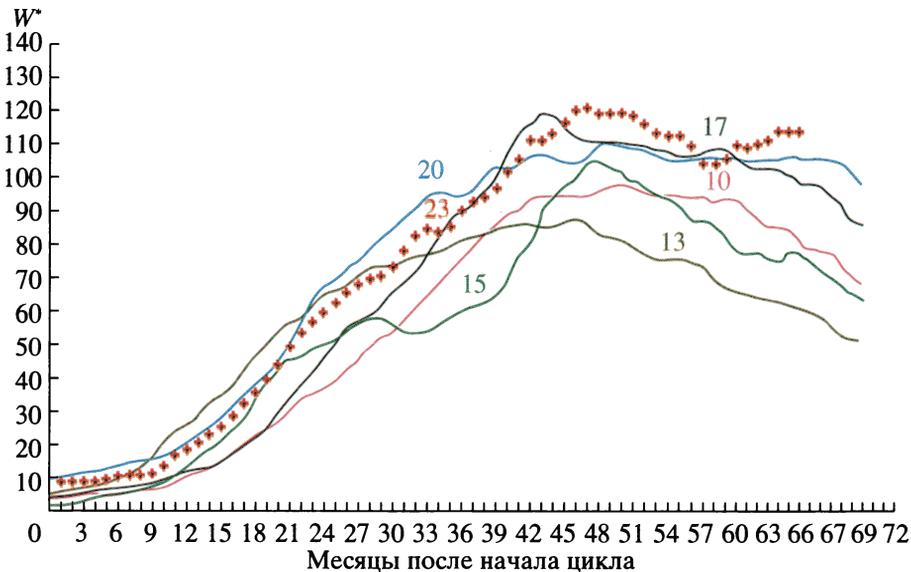
Пятнообразовательная активность в апреле–мае 2002 г. оставалась на высоком уровне и соответствовала максимальной фазе развития текущего цикла солнечной активности. По всей видимости, в развитии цикла мы прошли вторичный максимум в ноябре 2001 г. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен вторичного максимума  $W_{\text{сеп.}}^* = 114.3$ , что на семь единиц меньше основного максимума в апреле 2000 г. ( $W_{\text{апр.}}^* = 121.8$ ). Одним из сюрпризов текущего 23-го цикла солнечной активности явилось то, что сглаженное значение радиоизлучения на длине волны 10 см ( $F_{\text{апр.}}^* = 188.8$ ) во вторичном максимуме впервые за шесть солнечных

циклов превысило значение в максимуме цикла ( $F_{10\text{ см}}^* = 181$ ). Напомним, что вторичный максимум – это максимум явлений и индексов, связанный со всплывающими процессами. Значения относительного числа солнечных пятен в рассматриваемые месяцы были по-прежнему высокими:  $W_{\text{апр.}} = 120.4$  и  $W_{\text{май}} = 120.8$ .

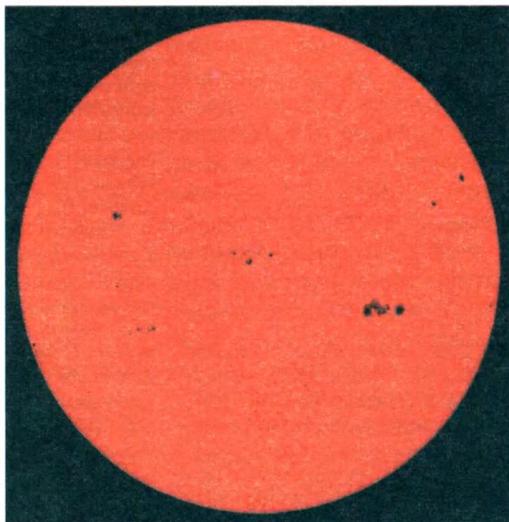
В апреле 2002 г. пятнообразовательная активность Солнца оставалась на высоком для циклов средней величины уровне. Максимальное относительное число пятен отмечено 12 апреля ( $W = 162$ ), а минимальное – 28 апреля ( $W = 71$ ). На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от 7 до 13 групп солнечных пятен. За весь месяц на Солнце осуществилось две большие вспышки: 10 апреля произошла вспышка балла M8.2/1N в активной области северного полушария Солнца и 21 апреля – балла X1.5/1F – в группе южного полушария. Последняя из них вызвала в околоземном космическом пространстве большое протонное событие. Несмотря на то что вспышка произошла недалеко от западного лимба Солнца, возмущение от нее задело магнитосферу Земли и привело к возникновению в нашем полушарии малой магнитной бури. Серия

вспышек средних баллов 14–17 апреля вызвала длительную магнитную бурю 17–20 апреля, которая к 20 апреля стала большой. Всего за месяц на Солнце осуществилось 17 вспышек больших и средних баллов и 8 выбросов солнечных волокон.

В мае пятнообразовательная активность Солнца несколько понизилась: наибольшее относительное число пятен наблюдалось 5 мая ( $W = 172$ ), а наименьшее – 15 мая ( $W = 74$ ). Во всплывающем отношении последний месяц весны был спокойным. Большие вспышки (M5.0/1B и X2.1/2N) произошли в группе южного полушария 22 мая вблизи восточного лимба. Период всплывающего энерговыделения в этой группе пятен занял всего 5 ч и включал в себя, кроме названных, вспышку балла M4.7. За месяц на Солнце осуществилось 10 вспышек больших и средних баллов и 15 выбросов солнечных волокон. Основная особенность месяца – источниками самых значительных геомагнитных возмущений стали вспышки малых баллов, правда, сопровождавшихся всеми динамическими явлениями, характерными для мощных вспышек. Вспышка балла C4.2/SF 8 мая по-



Ход развития (67 месяцев) текущего 23-го цикла солнечной активности среди циклов подобной величины.  $W$  – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.



служила причиной умеренной магнитной бури 11 мая, вспышка балла C4.2/SF 16 мая – малой магнитной бури 18–19 мая и вспышка C5.0/SF 22 мая – большой магнитной бури 23 мая. Кроме того, с 18 по 23 мая в околоземное пространство пришло пять межпланетных ударных волн, и 22–24 мая развилось протонное событие средней мощности. Большая корональная дыра (Земля и Вселенная, 2002, № 4) продолжает существовать в течение, по крайней мере, шести оборотов Солнца.

Высокоскоростной поток от этой корональной дыры стал причиной рекуррентных (повторяющихся через 27 суток) геомагнитных возмущений.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете (<http://www.izmiran.rssi.ru/spase/solar/forecast.html>).

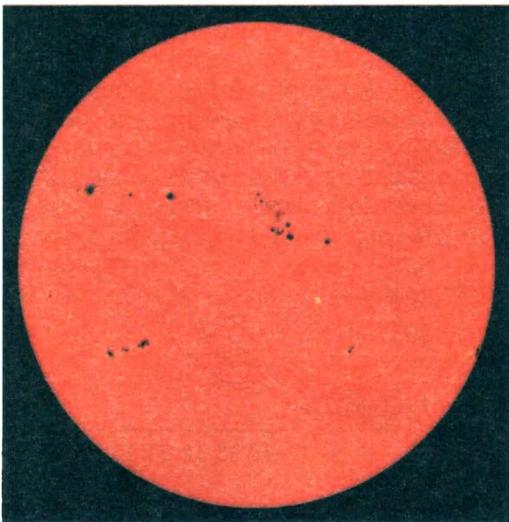
Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. Ишков  
ИЗМИРАН*

*Вид Солнца 17 апреля 2002 г.: а) в самой сильной водородной линии в видимой части спектра  $H_{\alpha}$  ( $\lambda = 6563 \text{ \AA}$ ); б) в белом свете (в непрерывном спектре).*

*Вид Солнца 23 мая 2002 г. в тех же длинах волн.*

*Снимки взяты в Интернете со страниц Службы Солнца ([www.sec.noaa.gov](http://www.sec.noaa.gov)).*



## Семейство Юпитера все увеличивается...

В. С. УРАЛЬСКАЯ,  
кандидат физико-математических наук  
Государственный астрономический институт  
им. П.К. Штернберга

---

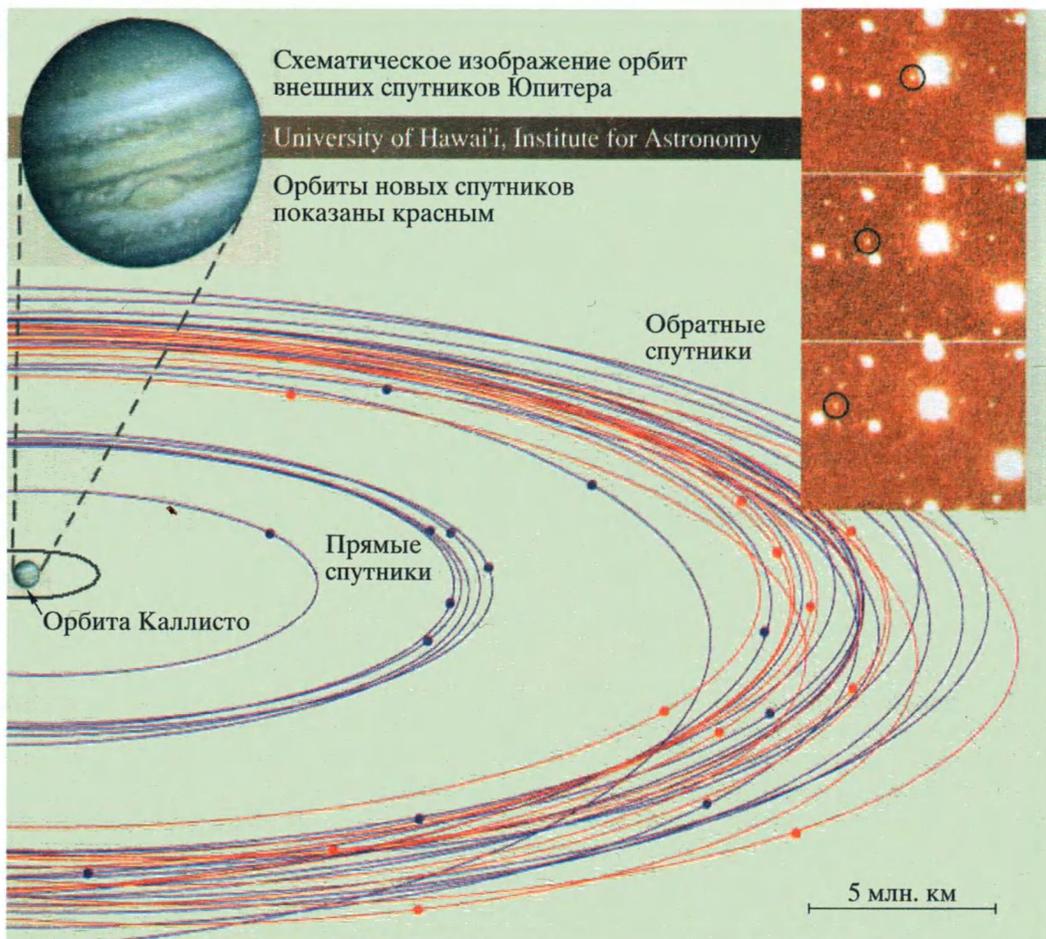
В середине декабря 2001 г. группа астрономов, которую возглавляют С. Шеппард и Д. Джуитт из Института астрономии Гавайского университета, а также Дж. Клейна (Кембридж, Англия), открыла **11 новых спутников Юпитера**. Для получения качественных изображений на большом поле вокруг Юпитера они использовали новую современную технологию – высокочувствительную цифровую камеру на 3.6-м телескопе Канада–Франция–Гавайи, одну из самых больших в мире. Цифровые изображения обработаны и исследованы с помощью высокоскоростных компьютеров и эффективных вычислительных алгоритмов. В течение нескольких месяцев на 2.2-м телескопе Мауна Кеа проводились наблюдения этих “кандидатов” в спутники, чтобы определить и уточнить их орбиты и исклю-

чить возможную идентификацию астероидного объекта как спутника. Вычисления сделали независимо Б. Марсден в Центре малых планет и Р. Якобсон в Лаборатории реактивного движения (JPL). Расчеты подтвердили, что 11 новых объектов – далекие внешние спутники Юпитера. Кстати сказать, группа астрономов Гавайского университета, возглавляемая Шеппардом и Джуиттом, открыла и предыдущую группу из 11 спутников Юпитера в 2000 г.

Новое открытие не стало сенсацией для ученых. Недавнее обнаружение большого числа малых спутников Юпитера в 2000 г. заставило предположить, что пространство вокруг этого газового гиганта богато каменными телами и прогресс в технике наблюдений приведет к новым открытиям более мелких спутников. У Юпитера ожидалось от-

крытие тел километрового размера, причем число этих тел может достигнуть нескольких сотен.

В 2000 г. космический аппарат “Кассини” миновал Юпитер, к 2004 г. он окажется в окрестностях Сатурна. Это, возможно, приведет к обнаружению новых тел и в его системе, но уже сейчас теоретики предсказали существование в системе колец Сатурна тел размером до десятка километров. Так, спутник Прометей размером 100 км был открыт при пролете “Вояджера” в 1981 г. Этот слабый объект находится вблизи ярких колец Сатурна, и в течение 14 лет после открытия Прометей ни разу не наблюдался с Земли из-за засветки от колец. По наблюдениям “Вояджера” в 1981 г. вычислены его орбита и эфемериды для наблюдений в 1995 г., когда Земля проходила через



плоскость колец Сатурна и они были наклонены ребром к наблюдателю с Земли. При такой ориентации плоскости колец возможно наблюдать малые слабые спутники, находящиеся вблизи колец. Прометей увидели с Земли, однако его долгота оказалась на  $19^\circ$  меньше предсказанной специалистами в области небесной механики. Если бы причиной этого было столкновение с другим телом, то изменились бы не только долгота спутника на орбите, но и среднее движение, т.е. скорость движения по орбите. Одна-

ко среднее движение Прометей осталось тем же. Возможно, на орбите Прометей движется другое тело (**коорбитальный спутник**), сближение с которым могло так сильно изменить положение Прометей на орбите. Предполагают, что размеры этого тела – несколько десятков километров и оно будет открыто в ближайшие годы.

Теперь общее количество спутников Юпитера составляет **39**, т.е. **спутниковую систему Юпитера можно считать самой большой**. Восемь спутников движутся на

*Орбиты внешних спутников Юпитера. Справа помещены три последовательных снимка нового объекта S/2001 J3, полученные 9 декабря 2001 г.*

регулярных орбитах – почти круговых и расположенных в плоскости экватора Юпитера. Это четыре галилеевых спутника – **Ио, Европа, Ганимед и Каллисто** и четыре внутренних спутника, связанные с кольцом Юпитера, – **Амальтея, Адрастея, Метиды и Теба**. 31 спутник

**Основные характеристики новых далеких спутников Юпитера,  
открытых в 2001 г.**

Обозначение	Большая полуось, км	Эксцентриситет	Наклон, град*	Период, сут	Размер, км	Средняя величина в оппозиции	Геометрическое альbedo
S/2001 J10	18 978 000	0.16	147	534	2	23.1	0.04
S/2001 J8	20 712 000	0.48	165	609	2	23.0	0.04
S/2001 J9	20 816 000	0.27	142	617	2	23.1	0.04
S/2001 J2	20 841 000	0.30	149	615	4	22.3	0.04
S/2001 J7	20 997 000	0.18	146	622	3	22.8	0.04
S/2001 J3	21 324 000	0.25	150	630	4	22.1	0.04
S/2001 J6	22 877 000	0.29	165	715	2	23.2	0.04
S/2001 J4	23 317 000	0.35	150	713	3	22.7	0.04
S/2001 J11	23 401 000	0.29	166	736	3	22.7	0.04
S/2001 J5	23 515 000	0.45	155	732	2	23.0	0.04
S/2001 J1	23 776 000	0.41	151.9	752.9	4	22.0	0.04

\* Наклон приведен к геоэклиптике эпохи J2000.

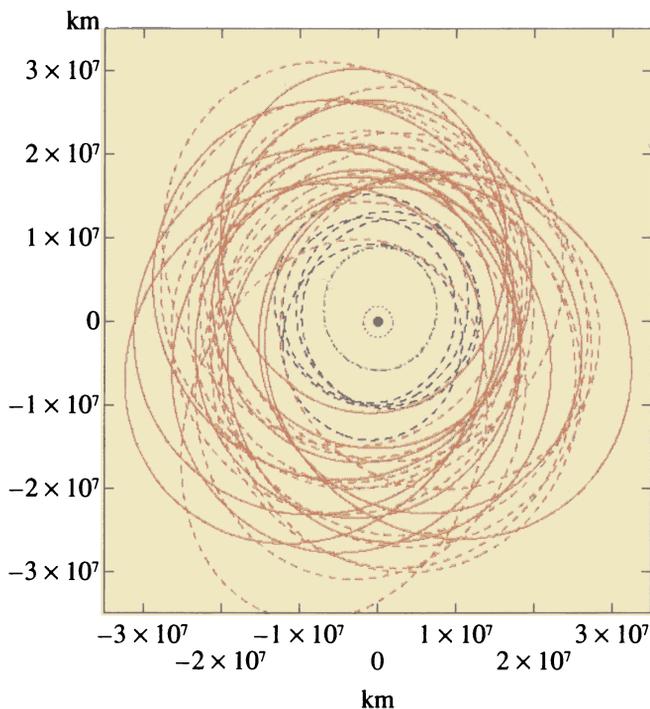
движется на нерегулярных орбитах, т.е. их орбиты являются далекими, вытянутыми и сильно наклоненными к экватору планеты. Все новые спутники, открытые в 2001 г., – нерегулярные со средними расстояниями от Юпитера примерно 20 млн. км, с большими эксцентриситетами и большими наклонами  $140^\circ < i < 166^\circ$  к эклиптике. Это означает, что движение спутников – обрат-

ное по отношению к вращению планеты. Всего к маю 2002 г., когда появилось сообщение об открытии спутников, получено 109 на-

блюдений всех 11 спутников. Результаты наблюдений, проведенных на Гавайях, и вычисленные элементы орбит вновь открытых

*Орбиты нерегулярных внешних спутников Юпитера: фиолетовым цветом выделена орбита внешнего из галилеевых спутников Каллисто, зеленым – орбита спутника S/2000 J1, синим – орбиты прямых спутников; красные сплошные линии – орбиты новых обратных внешних спутников; красные пунктирные – орбиты ранее известных обратных спутников.*

Снимки взяты в сети Интернет по адресу:  
[www.ifa.hawaii.edu/~sheppard/satellites/orbits.html](http://www.ifa.hawaii.edu/~sheppard/satellites/orbits.html)



спутников приведены в электронном циркуляре МРЕС 2002-J154, сообщение о них помещено в циркуляре МАС (IAUC 7900).

Из таблицы, которая дополняет ранее опубликованную (**Земля и Вселенная, 2002, № 2**), видно, что новые спутники движутся в той же области пространства, где находятся и обратные спутники группы Пасифе. Можно предположить, что это – каменные тела, как и известные нерегулярные внешние спутники. Такие тела отражают только 4% падающего на них света, т.е. альбедо спутников равно 0.04. Тогда их размеры – от 2 до 4 км. Поверхностные характеристики, их состав и плотность неизвестны.

#### ПРОИСХОЖДЕНИЕ НЕРЕГУЛЯРНЫХ СПУТНИКОВ

Далекие, сильно вытянутые и наклоненные орбиты новых спутников заставляют нас сделать предположение о захвате астероидов на спутниковые орбиты. Наилучшим доказательством гипотезы о захвате является наличие обратных орбит у части нерегулярных спутников. Однако механизм их захвата с гелиоцентрических орбит еще точно неизвестен. Дело в том, что, согласно свойствам реше-

ния гравитационной задачи трех тел, захват может быть только временным. Для того чтобы тело осталось спутником планеты, на него должны подействовать какие-то **диссипативные силы** негравитационной природы. Нерегулярные спутники были “приобретены”, когда Юпитер был еще молодым, скорее всего во время конденсации до нынешних размеров. Существуют два основных варианта развития событий. Согласно газопылевой гипотезе, молодой Юпитер с его огромной протяженной атмосферой тормозил пролетающие астероиды, причем некоторые из них сгорали в атмосфере подобно метеорным телам, а другие захватывались на спутниковые орбиты. По другой теории, быстрый рост Юпитера сопровождался захватом массы находящейся вблизи планетезимали. Оба процесса происходили в первый миллион лет формирования Солнечной системы.

Характер движения нерегулярных спутников показывает, что все они подразделяются на особые группы (**семейства**). Так, пять спутников движутся на расстояниях порядка 150 радиусов Юпитера, т.е. примерно 11 млн. км, на орбитах с наклонами около 30°. Это **группа Ги-**

**малии**, в которую также входят **Элара, Лиситея, Леда и S/2000 J11**. Группа из 25 спутников движется в обратном направлении по отношению к вращению планеты на орбитах с наклонами 140°–160° и на средних расстояниях 20 млн. км, т.е. примерно 300 радиусов Юпитера. Это **группа Пасифе**, в которую входят **Ананке, Синопе и Карме**. Еще 21 “обратный спутник” имеет только временные обозначения. И только один нерегулярный спутник не входит ни в одну из этих групп (спутник **S/2000 J1**, открытый в 2000 г.), который движется в прямом направлении на орбите со средним расстоянием 100 радиусов Юпитера (7.5 млн. км) и наклоном 45°. Такое распределение спутников по динамическим группам говорит о том, что перед нами – фрагменты нескольких более крупных тел, которые могли расколоться на более мелкие осколки при захвате их Юпитером или позже, при столкновениях с пролетающими мимо кометами. Изучение распределения спутников по размерам, составу, поверхностным характеристикам и орбитам позволит уточнить, как они сформировались и какова их эволюция в будущем.

## Планетарная денудация

Л. Г. БОНДАРЕВ,  
кандидат географических наук  
МГУ им. М.В. Ломоносова

Время изменяет облик Земли. Рождаются и исчезают океаны, вздымаются массивы суши. Для таких перемен нужны сотни миллионов лет. Но постоянно под воздействием воды, льда и ветра идет медленная, незаметная работа – срезается верхний слой суши. Это денудация (буквально – обнажение) земной поверхности. Образующийся при этом обломочный материал в конечном итоге поступает в Мировой океан. Процесс идет в глобальном масштабе: денудации подвержена вся Земля.

### ГЛОБАЛЬНЫЙ ТВЕРДЫЙ СТОК

Любой водоток – от ничтожного ручейка весенних талых вод до таких рек-великанов, как Хуанхэ, Амазонка, Миссисипи, Ганг, – перемещает массу твердых частиц, которая ему “по силам”. Наносы транспортируются во взвешенном и влекомом состоянии. Грязе-каменные

потоки – сели – способны передвигать глыбы весом в десятки тонн.

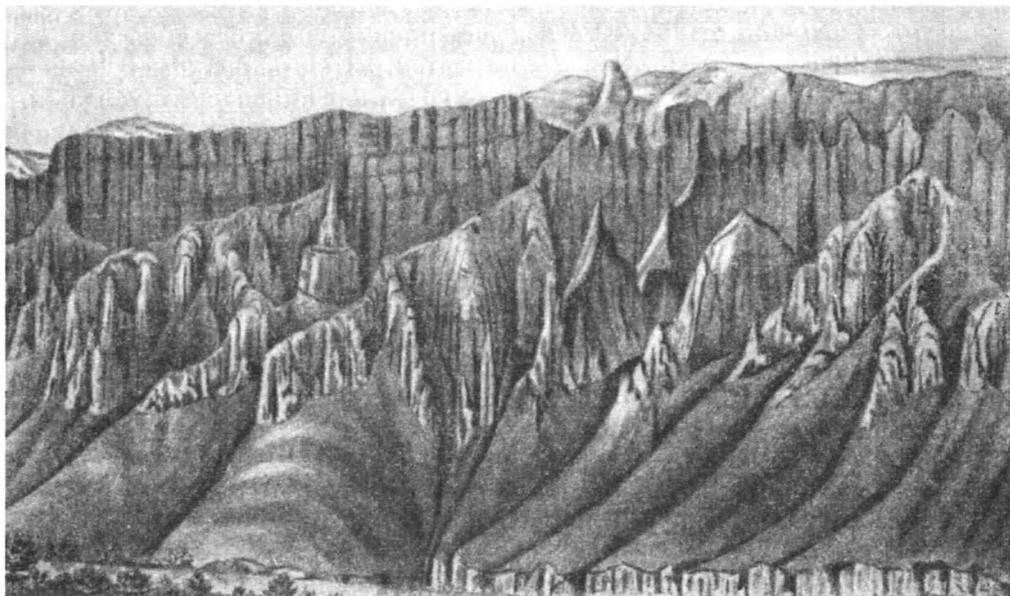
**Самая мутная река** на земном шаре – **Хуанхэ**. В августе, когда уровень воды в реке максимальный, в ней в среднем содержится до 50 кг/м<sup>3</sup> взвесей. В некоторые годы их раз в десять больше, а в исключительных случаях твердый сток становится равным жидкому, т.е. в каждом кубометре воды присутствует тонна взвесей. Разные авторы оценивают планетарный объем твердого стока от 12.7 до 51.1 млрд. т/год. Наиболее достоверной считается величина 21.3 млрд. т/год (Г.А. Сафьянов, 1995).

Разрушать сушу рекам помогают ледники. Одна из величайших за всю историю человечества ледниковая катастрофа случилась не так уж давно – 21 мая 1970 г. В этот день в течение считанных минут был погребен под десятиметровым слоем грязи, принесенной леднико-

вым селем, город Юнгай в северо-западной части Перу. Погибло около 25 тыс. человек. Остался в живых только тот, кто находился на кладбищенском холме и на городском стадионе. Эта трагедия сравнима с гибелью Помпеи или разрушением города Сен-Пьер на острове Мартиника во время извержения вулкана Мон-Пеле в 1902 г.

А произошло вот что: из-за подземного толчка обвалилась часть висячего ледника на крутом северном склоне горы Уаскаран (6654 м). 15 млн. м<sup>3</sup> льда пролетели около 1 км почти в свободном падении. Поток грязи, льда и крупных обломков преодолел расстояние до города в 14 км за 1 мин 42 с. Он двигался со скоростью около 500 км/ч. Вскоре левая масса засохла и стала твердой, как камень.

Мощный источник твердых осадков в Южном полушарии – **антарктичес-**



**кие айсберги.** Общий объем ежегодно образующихся айсбергов – 2400 км<sup>3</sup>.

*Слои мореносодержащего льда в гигантском айсберге у берегов Земли Уилкса в Антарктиде. При таянии айсберга включения во льду оседают на дно океана. Фото из "Гляциологического словаря" (1986).*

Они доходят иногда до широты Кейптауна. Длина самого большого айсберга, отмеченного в Южном полушарии в 1927 г., – 170 км. В 1966 г. в проливе Дрейка наблюдали айсберг размером с остров Сицилия – площадью более 30 тыс. км<sup>2</sup>.

По оценке гляциолога В.М. Шильникова, только

*Левый берег р. Хуанхэ южнее озера Кукунор – пример чрезвычайно активной эрозии с образованием "дурных земель". Рисунок В.И. Роборовского, участника путешествий Н.М. Пржевальского (70-е гг. XIX в.).*

в пределах Индийского сектора Антарктики одно-



*Штормовой прибой на острове Гельголанд в Балтийском море, подтачивающий и разрушающий берега. Из фотоальбома "Deutschland die Schöne Heimalt" (1958).*

временно находится в среднем 31 300 айсбергов объемом 4165 км<sup>3</sup>. Общее же количество плавучих ледяных островов во всех ее секторах (Индийском, Тихоокеанском и Атлантическом) втрое больше. Продолжительность жизни каждого айсберга от 6 до 12 лет.

Сведения о содержании обломочного материала в придонных слоях антарктического покрова и о скорости его движения позволили рассчитать величину **денудации южнополярного континента**. Она оказалась равной **1.9 млрд. т/год**.

В Северном полушарии основной поставщик айсбергов – Гренландия. Высказывалось даже мнение, что Ньюфаундлендская банка, близ которой в 1912 г. погиб "Титаник", образовалась благодаря накоплению айсберговых осадков там, где с Гольфстримом смыкается холодное Лабрадорское течение. Объем айсбергов, ежегодно продуцируемых в Гренландии, равен 240 км<sup>3</sup>, т.е. в десять раз меньше, чем в Южном полушарии. Если экзарация (разрушение) ложа ледника вмерзшими в него обломками пород происходит на севере и юге с одинаковой скоростью, то суммарную (планетарную) величину ледниковой де-



нудации следует считать равной 2.1 млрд. т.

под ударом морских волн

Огромная масса воды на трех четвертях поверхности земного шара, послушная силам гравитации и атмосферным ветрам, ведет себя достаточно агрессивно. Океан "нападает" на берега, размывает их и постепенно переносит "твердь земную" на дно. Процесс этот называется **"абразия"** (от

лат. abrasio – соскабливание).

"Зверь так не терзает добычу, как море... Удар океана подобен удару львиной лапы", – писал Виктор Гюго в "Тружениках моря". Во время прибою удар волны может достигать чудовищной силы – до 38 т на м<sup>2</sup>. Его воздействию подвержены все океанские берега, длина которых – 473.3 тыс. км.

По оценке английского геолога Р. Шерлока, только в историческое время



море поглотило почти 1000 км<sup>2</sup> суши. С максимальными скоростями отступают сильно льдистые термоабразионные берега, где смещение основания клифа (обрыва, созданного прибоем) идет со скоростью 10–12 м/год и более. В Новосибирском архипелаге море полностью уничтожило острова Семеновский, Васильевский и Фигурина. Возможно, та же судьба постигла легендарную Землю Санникова, в существовании которой был убежден Эдуард Толль (Земля и Вселенная, 2001, № 3).

В планетарных масштабах **величина морской абразии** лежит в пределах от **0.7–1.0 до 1.5 млрд. т/год.**

“Облизывая” сушу, морская вода растворяет многие химические вещества, унося их в океан. Величина химической абразии должна быть равной 2370 млн. т/год. В действительности же эта циф-

ра менее значительна. Дело в том, что существует поток солей в обратном направлении: с поверхности океана на сушу через атмосферу.

Во время штормов ветер срывает водяную пыль с гребней волн. После ее испарения воздух насыщается мельчайшими кристалликами солей. Таким образом, выражение “солёный воздух моря” – не столько литературный образ, сколько отражение реальности. Унесенные воздушными течениями на сушу, морские соли служат ядрами конденсации при образовании атмосферных осадков. Поэтому даже во внутриконтинентальных областях дождевые воды могут содержать соли морского происхождения.

В целом для земного шара **общее количество солей**, вовлеченных в поток море–атмосфера–суша, равно **360 млн. т/год**, поэто-

*Песчаная буря в котловине Цайдам (Тибет). Рисунок В.И. Роговского (70-е гг. XIX в.).*

му **ионный сток** с поверхности суши должен быть уменьшен **до 2 млрд. т.**

“УНЕСЕННЫЕ ВЕТРОМ...”

**Золовая (ветровая) денудация** суши очень интенсивно происходит в аридных (сухих) районах, где часто возникают пыльные бури. Всюду, где к побережью примыкают обширные пустынные территории, во время таких бурь в море оседает золотый материал. Классическим примером могут служить воды, омывающие северо-западную часть Африки. Еще средневековые мореплаватели называли эту часть Атлантики “Море Тьмы”. Здесь при сухих пыльных туманах видимость может снизиться до нескольких десятков мет-



*Облака пыли, поднятой ветром во время бури в штате Колорадо (США) в мае 1937 г. Фото из книги Жана Дорта "До того, как умрет природа" (1968).*

ров. Порой с капитанского мостика невозможно бывает рассмотреть корму. После такого "пылепада" весь корабль становится похожим на цементную фабрику. Иногда морская вода приобретает красноватый цвет от примеси золотого материала, а на поверхности спокойного моря могут появиться дрейфующие скопления твердых частиц.

Африканская пыль выпадает даже на противоположной стороне океана – в Вест-Индии и Флориде.

Обнаружен гигантский **поток пыли**, протянувшийся от африканского континента через Атлантический океан и достигший острова Барбадос.

При соответствующей синоптической ситуации пыль проходит над Средиземным морем и преодолевает Альпы. Горные снега тогда приобретают красноватую окраску ("кровавые снега"). Во времена Средневековья они вызывали суеверный ужас.

Интенсивная аккумуляция золотого материала происходит также в Красном, Аравийском и Средиземном морях, в Тихом океане, водах, омывающих аридные районы США, Мексики, Чили и Перу, у берегов Юго-Западной Африки (вынос пыли – из

пустынь Калахари и Намиб) и в других районах.

Знание таких величин, как площадь распространения и повторяемость сухих пыльных туманов над морями, преобладающий размер частиц и средние значения видимости (по ним можно судить о содержании частиц пыли в воздухе) позволило определить, что **золотой вынос с поверхности суши** в планетарном масштабе составляет **около 3 млрд. т/год**.

БАЛАНСОВЫЙ ПОДХОД

**Масса суши** Земли, расположенной выше уровня Мирового океана, **ежегодно сокращается на 31.1 млрд. т**. Происходит "таяние" континентов. Но в природе действуют про-

*Взрыв вулкана Сарычева (Курильская островная дуга) 30 августа 1960 г., выбросивший в окружающий океан тысячи тонн твердого материала. Из книги Е.А. Мархина "Вулканы и жизнь" (1968).*



В Европе их скорости меняются в пределах от +9.4 до -3.7 мм/год, в Японии — от +53.0 до -19.0 мм/год и т.д. Сделать достаточно детальную карту распределения современных тектонических движений на земном шаре пока не представляется возможным.

Поступление обломочного материала со дна к берегу и образование аккумулятивных форм происходит в результате поперечного движения наносов. В Перу, например, дюны наползают на отроги гор, лежащие на абсолютной высоте 1000 м и больше. Подобное **наращивание аккумулятивных берегов** наблюдается на Тихоокеанском побережье Северной Америки, в Африке, на полуострове Индостан и в других районах. Этот процесс имеет планетарное значение, но его количественной оценки пока нет.

Выше была отмечена частичная компенсация ионного стока выносом солей с поверхности океана. Кроме того, происходит изменение объема и веса породы при выветривании. Первоначальная изверженная порода через ряд промежуточных стадий (с образованием новых минералов) превра-

цессы, стремящиеся его компенсировать. Наряду с отрицательными статьями баланса массы существуют и положительные. Значит, изучаемое явление имеет балансовый характер.

Объем "надводной" суши изменяется в результате **тектонических движений**. Современные поднятия и опускания обнаруживаются практически повсеместно. Они охватывают горы, равнины и дно морей.



Полностью лишенная леса водораздельная часть хребта Утайшань в Лессовой провинции Китая. В XV в. пагода была окружена деревьями. Фото из книги Д. Л. Арманда, Б. Ф. Добрынина и др. "Зарубежная Азия" (1956).

щается в конечные продукты выветривания. Вода, кислород и углекислота входят в состав этих соединений, увеличивая объем и вес твердого вещества суши. Например, количество углекислоты, связываемой в процессе выветривания силикатов и алюмосиликатов, равно не менее 5 млрд. т/год. В других подобных реакциях вес увеличивается на 6–9%.

Не менее **1.8 млрд. т** составляет среднегодовая аккумуляция **вулканогенного вещества** на суше. Но во много раз больше **масса**

### **биогенной аккумуляции на суше – 187.6 млрд. т/год.**

Из этого количества 99.2% разрушается до углекислоты, воды и других летучих компонентов и только 0.8%, или 1.5 млрд. т/год, захоранивается в осадках, в том числе 1.065 млрд. т/год – в осадках водоемов суши.

### **АНТРОПОГЕННЫЙ ФАКТОР ДЕНУДАЦИИ**

За последние 8–10 тыс. лет к действующим естественным факторам денудации человек добавил новые, порой намного более разрушительные.

**Обезлесение** – по-видимому, первое, с чего началось разрушение биосферы Земли. За последние 10 тыс. лет на земном шаре сведено две трети лесов. При вырубке деревьев утрачивается важный противозерозионный фак-

тор, возрастает доля поверхностного стока, снижается его зарегулированность (Земля и Вселенная, 2001, № 3).

**Земледелие.** Оно возникло на территориях, освободившихся из-под выжженных или вырубленных лесов. В настоящее время пашня занимает около 15% площади суши. По существу, вся эта территория вовлечена в зону ускоренной эрозии. На Европейской территории России в течение последних 250–300 лет произошел **смыв 100 млрд. м<sup>3</sup> материала.** Только 6% объема наносов включились в транзитный сток и были вынесены в моря. Образовалось **около 2 млн. оврагов,** суммарная протяженность которых равна 250 тыс. км.

При распаивании больших пространств в арид-

ных (засушливых) и полупустынных районах резко возрастает интенсивность ветровой эрозии. Печально известные черные пыльные бури периодически повторяются на Великих равнинах США, на высокогорном плато Тибета, на Украине, Северном Кавказе и в Казахстане. Они захватывают площади в миллионы гектаров, пелена пыли достигает высоты 2–3 км, золотый материал разносится на сотни и тысячи километров, днем становится темно. Были случаи, когда из-за “сугробов” чернозема останавливались поезда...

**Перевыпас.** Ветровая эрозия в большой степени активизируется чрезмерным выпасом. В естественных условиях численность травоядных регулируется хищниками. Экстенсивное скотоводство создало избыточную нагрузку на пастбища. Животные поедают и вытаптывают растения, выбивают копытами верхний почвенный горизонт, который становится добычей ветра и плоскостного смыва.

**Горнодобывающая промышленность.** В результате развития этой отрасли хозяйства ежегодно большие площади земель оказываются изъеденными карьерами, перекрываются терриконами и отвалами, засыпаются шлаками и золой. Такие земли, как правило, практически лишены растительности. Измельченный грунт легко размывается дождевыми водами и выветривается, возрастает мутность рек. Заметим также, что рост

техногенной запыленности атмосферы уже сказывается на суточном ходе прозрачности атмосферы, наблюдается ослабление интенсивности солнечной радиации, увеличивается минерализация атмосферных осадков. Все это будет иметь последствия климатического характера.

**Топливная денудация.** Добыча и сжигание ископаемого топлива также должны рассматриваться как техногенный денудационный процесс. В настоящее время во всем мире добывается и сжигается в течение года около 3.9 млрд. т каменного угля, 0.9 млрд. т бурого угля, 0.2 млрд. т торфа и около 0.2 млрд. т горючих сланцев. Техногенная причина ускоренной денудации в известной степени вуалируется тем, что перенос вещества осуществляется естественными силами – водой и ветром. При добыче же и сжигании ископаемого топлива денудационная деятельность человека выступает в совершенно неприкрытой форме. Следует особо отметить техногенные движения, связанные с флюидогеодинамическими процессами (добыча нефти, эксплуатация подземных вод и т.п.).

Изменение твердого стока происходит и при росте городов, особенно на ранней стадии урбанизации. Твердый сток с застраиваемых городских земель в 2–5 раз выше, чем в сельской местности. Интересным примером является Нью-Йорк. По мере роста города свалки оказывались в непосред-

ственной близости от новостроек, что создавало новые проблемы. Поэтому неплавающие отбросы (строительный мусор, грунт, вынутый при земляных работах, шлак, золу, уличную грязь и т.п.) решили вывозить на баржах и сбрасывать в море, главным образом в проливе, отделяющем остров Лонг-Айленд от материка. Во второй половине 1960-х гг. с 1 км<sup>2</sup> городской территории ежегодно удалялось в среднем 1200 т твердого вещества, что в десятки раз превышало величину естественной денудации.

Специфично антропогенное усиление денудации в **зоне вечной мерзлоты**, где стимулируется образование солифлюкционных оврагов и термокарстовых просадок. В тундре вдоль линий дорог гусеничные вездеходы сдирают растительность, предохраняющую грунт от быстрого протаивания летом.

Примеры транспортной денудации можно найти в других географических зонах. Прикаспийская полупустыня – антипод тундры. До строительства дороги с твердым покрытием на полуострове Мангышлак было множество грунтовых дорог. Каждая проехавшая машина оставляла за собой непроницаемую завесу пыли, и следующая должна была прокладывать новую колею.

В Лессовом плато Китая по линиям дорог за много лет образовались глубокие ущелья с отвесными стенами. Дороги-щели пересекают плато во всех направлениях, создавая не-

*Пример транспортной денудации. Дорога, углубившаяся за несколько столетий в толщу лесса (северо-восточный Китай). Фото из книги Д.Л. Арманда, Б.Ф. Добрынина и др. "Зарубежная Азия" (1956).*

вообразимую путаницу. Идущий по этим дорогам не видит цели своего путешествия. О данном феномене немецкий геоморфолог Э. Фельс отозвался так: "Не удивительно, что в этой стране был изобретен компас".

*Военная денудация.* В районах боевых операций эрозионные процессы заметно активизируются в результате истребления лесов, прокладки временных дорог, перемещения тяжелой техники, сооружения фортификационных сооружений (окопов, траншей, противотанковых рвов). После особенно длительных ожесточенных боёв (в Сталинграде, Севастополе, Вердене) земля была обезображена воронками от бомб и снарядов, сплошь иссечена, перекопана.

Известны случаи, когда намеренно давался простор слепым силам эрозии (в конце второй мировой войны немцы разрушили плотины в Голландии, американцы бомбили ирригационные сети во Вьетнаме). Другой прием "метеорологической войны" — с целью вызвать искусственные ливни большой силы специальными реагентами засевают облака, быстро прибывающая в реках вода переливается через дамбы, предварительно



разрушенные бомбардировками, вызывая наводнения.

КОГДА ПРОГНОЗЫ  
СБЫВАЮТСЯ

Академик А.Е. Ферсман писал в "Геохимии": "Роль человека настолько значительнее обычных при-

родных явлений переноса веществ... что по своему масштабу она соответствует в геологической истории страны революционным периодам усиленных процессов, перед которыми бледнеют даже сильнейшие извержения вулканов". Тогда, в середине 1930-х гг., эти строки

воспринимались, скорее, как образное сравнение, излишне пышное и неоправданно преувеличенное. Но в 1950-х гг. они стали реальностью. При наземных испытаниях одной только **водородной бомбы** в атмосферу выбрасывалось **до 100 млн. т. пыли**. Этот материал распределялся на высотах 8–15 км, а при крупных взрывах попадал даже в стратосферу. По наблюдениям японских ученых, помутнение атмосферы в таких случаях имело такой же характер, как после крупных вулканических извержений.

Уместно привести теперь некоторые цифры, говорящие о масштабах

планетарной денудации, связанной с деятельностью человека.

В целом по земному шару **50 млн. га** ранее распахивавшихся земель **лишены почвенного покрова и заброшены**.

Смыв с водосборной площади бассейна Великих озер в Северной Америке превышает естественную величину в 50 раз, а в бассейне Миссисипи – в 75 раз. Установлено, что с распаханых полей **ежегодно смывается не менее 90 млрд. т почвы**.

При разнообразных рельефе, климате и литологии величина смыва в естественных условиях бы- вает **перекрыта в 20–1900 раз**.

В настоящее время **изъятие из недр** Земли строительных материалов, минерального топлива, пустой породы, рудных ископаемых составляет 5–8 млрд. т в год. Ежегодно это количество увеличивается.

Таким образом, масштабы планетарной техногенной денудации превосходят деятельность всех естественных денудационных процессов. Именно человек, овладев Землей, оголяет ее, снимает с нее жизненно нужные ему же самому покровы (лес, почву), приближая (и довольно быстро) то время, когда она окажется непригодной для жизни.

---

## Информация

---

### За столетие на Земле заметно потеплело

Научные сотрудники Института космических исследований им. Годдарда NASA в Нью-Йорке под руководством Дж. Хансена, используя информацию, полученную от наземных (сухопутных и морских) и космических источников, выполнили метеостатистический анализ данных о температуре Земли.

Глобальная температурная аномалия в 2001 г. превзошла даже ту, что отмечалась в наиболее теплые 1990 г. и 1995 г. Превышение составило почти 0.1°C. Установлено, что 2001 г. стал самым теплым годом XX сто-

летия (Земля и Вселенная, 2002, № 1). Потепление 2001 г. особенно примечательно, ведь оно происходило во время той фазы Эль-Ниньо–Южная осцилляция, когда тропическая акватория Тихого океана оставалась “холодной”. Рекордно высокие же температуры 1998 г. усилились интенсивным в тот период Эль-Ниньо, благодаря чему глобальный “разогрев” превысил статистическую тенденцию на 0.2°C.

За последнюю четверть века температура приповерхностного слоя воздуха повысилась примерно на 0.5°C, за столетие на 0.75°C. Аномально тепло было в 2001 г. в канадско-алаянском регионе, в полосе, идущей от Северной Африки к Центральной Азии, а также на Антарктическом полуострове в Западной Антарктиде. В Индийском океане и западной части Тихого продолжалась общая тенденция последних десятилетий к потеп-

лению. Она была характерна и для региона Северной Атлантики. Даже необычно холодная погода недавних десятилетий вокруг Баффина залива (между Гренландией и Канадским арктическим архипелагом), распространявшаяся также на юг и юго-восток от Гренландии, за последние 5 лет уступила и здесь аномальному потеплению...

Тенденцию к потеплению в последние десятилетия большинство специалистов связывает с антропогенными факторами – главным образом, с выбросом в атмосферу газов, создающих “парниковый” эффект. Человечеству совершенно необходимо принимать решения, способные хотя бы немного замедлить интенсивный процесс общего потепления.

Journal of Geophysical Research,  
2001, **106**, 2347  
Science, 2002, **295**, 275

## Андрей Аузан – геодезист, топограф, организатор

В. А. БРОНШТЭН,  
кандидат физико-математических наук

---

Имя **Андрея Ивановича Аузана** сейчас мало кому знакомо, хотя в 1910–20-х гг. это был хорошо известный геодезист-практик, в разные годы возглавлявший Корпус военных топографов и Ташкентскую астрономическую обсерваторию. Он внес значительный вклад в развитие геодезии как в России, так и в Латвийской республике. В годы первой мировой войны он, боевой офицер, храбро сражался на фронте.

А.И. Аузан происходил из крестьян Курляндской губернии (современная Латвия). Он родился в 1871 г. После Псковского землемерного училища поступил в военно-топографическое училище, затем окончил геодезическое отделение академии Генерального штаба. А в 1902–07 гг. Аузан проходил практику в Пулковской обсерватории, работал, в частности, на зенит-телескопе. Он установил и исследовал этот прибор, дал его полное описание, о чем опубликовал статью в «Известиях Пулковской обсерватории» на немецком языке.

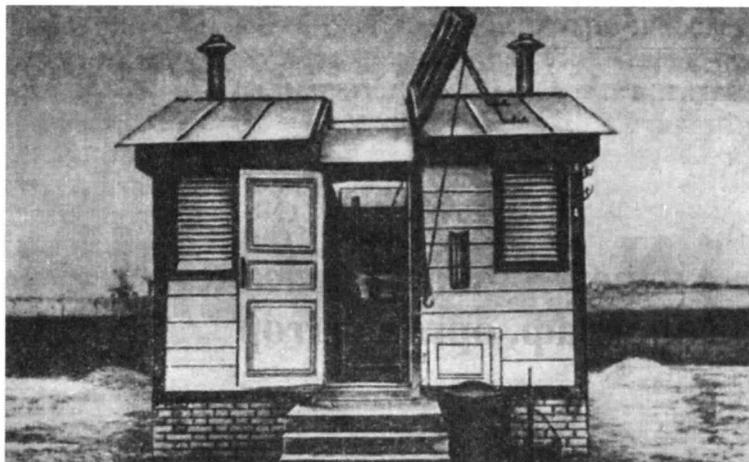
### НА ЧАРДЖУЙСКОЙ ШИРОТНОЙ СТАНЦИИ

В июне 1907 г. подполковник Аузан назначен заведующим Чарджуйской международной широтной станцией, организованной в 1899 г. по программе Международной службы широты. Эта служба включала сеть станций, распо-

ложенных на одной широте (39°08'), но на разных долготах: Мицузава (Япония), долгота 141.2° В; Чарджуй (Россия), 8.3° В; Гейтерсбург (США), долгота 77.2° З; Цинциннати (США), долгота 84.4° З; Юкайа (США), долгота 123.2° З. По наблюдениям одних и тех же звезд в момент их кульминации на зенит-телескопах разных станций можно было определять движение полюсов Земли.

Станцию Чарджуй построили на левом берегу Амударьи в 3 км от реки. В 1908 г. русло реки внезапно сместилось и приблизилось к станции до 0.5 км. Возникла опасность подмыва фундамента столба, на котором был установлен зенит-телескоп. В конце июля 1909 г. под руководством А.И. Аузана инструмент перенесли на правый берег Амударьи. Перерыв в наблюдениях составил всего одну неделю.

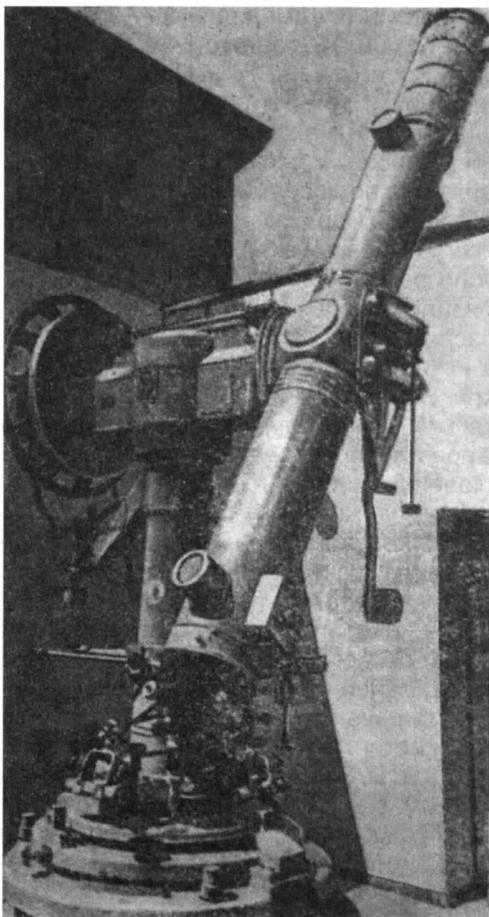
Чарджуйский зенит-телескоп был меньше Пулковского: диаметр объектива – 68 мм (в Пулкове – 135 мм), фокусное расстояние – 87 см (в Пулкове – 176 мм). Тем не менее станция успешно работала до 1919 г., когда из-за постоянных набегов басмачей ее пришлось закрыть. Новую станцию открыли в 1930 г. в Китабе (Узбекистан), на тех же широте и долготе – 66.9° В. Эта станция, оборудованная мощным зенит-телескопом, почти равным Пулковскому, в 1957 г. получила еще более совершенный прибор. Работает она и по сей день.



*Широтная станция  
в Чарджоу.*

#### ВО ГЛАВЕ ТАШКЕНТСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

23 марта 1911 г. А.И. Аузан стал директором Ташкентской астрономической обсерватории, основанной 11 сентя-



бря 1873 г. Длительное время она относилась к военному ведомству, и ее директорами назначали военных геодезистов. Вот почему во главе обсерватории и был поставлен полковник Аузан.

Он сразу же принял экстренные меры для ремонта зданий обсерватории. На это требовались средства, и Андрей Иванович решил продать часть деревьев парка обсерватории. С разрешения генерал-губернатора и командующего войсками Туркестанского военного округа генерала А.В. Самсонова удалось продать деревьев на 1000 рублей и провести ремонт.

Незадолго до этого своего назначения Андрей Иванович женился на Любове Сергеевне Топорниной, которая была на 15 лет моложе его. Брак был поначалу счастливым, но затем у жены обнаружили признаки психической неуравновешенности. В 1914 г., потрясенная известием о поражении русских в Восточной Пруссии и гибели хорошо им знакомого генерала Самсонова, Любовь Сергеевна покончила с собой, оставив на попечение мужа двух маленьких девочек.

Андрей Иванович с самого вступления в должность директора обсерватории неустанно работал. Совместно с опытным геодезистом П.К. Залесским он определил, используя телеграф, долготу Иргиза, привязав ее к долготе Ташкента.

*Зенит-телескоп.*

Ташкентская обсерватория  
в конце XIX в.



Далее определил координаты 49 астропунктов края методом хронометрических рейсов. В 1913 г. А.И. Аузан помог сейсмологу Г.В. Попову организовать сейсмологическую станцию в Оше. По рекомендации начальника корпуса военных топографов И.И. Померанцева он исследовал влияние боковой рефракции, гнуптия и кручения инструментов и тригонометрических знаков на измерения направлений. Вообще И.И. Померанцев весьма благоприятно относился к А.И. Аузану и всячески его поддерживал.

А.И. Аузан проводил и астрофизические исследования. На нормальном астрографе он наблюдал в ноябре 1913 г. комету 1913 IV Меткофа, хотя она была очень слабой, и комету 1913 V Джакони-Циннера. В феврале 1915 г., наблюдая комету 1915 II Мелиша, заметил у нее отчетливое ядро и отсутствие хвоста.

По отзывам сослуживцев, А.И. Аузану были свойственны громадное трудолюбие, непреклонное упорство и терпение в работе, любовь к науке и ясность мышления. Все эти качества обеспечивали ему успех в работе. Недостаточность теоретической подготовки он восполнял самообразованием, но ограниченность во времени не позволяла ему глубоко и всесторонне входить в сущность некоторых проблем.

К подчиненным А.И. Аузан был снисходителен, заботился о них. И много лет спустя о нем вспоминали с благодарнос-

тью. Его физической выносливости поражались даже казаки, видевшие пожилого полковника на крутых склонах с инструментом в руках.

#### НА ФРОНТЕ

Летом 1914 г. разразилась первая мировая война. А.И. Аузан, офицер Генштаба, счел неудобным оставаться на "мирной" должности и вместе с наблюдателем Чарджуйской широтной станции полковником Генштаба А.Н. Максимовичем попросился на фронт. В декабре 1915 г. его просьбу удовлетворили. В это же время была сформирована Латышская стрелковая бригада, и Аузана назначили командиром полка. Исполняющим обязанности заведующего обсерваторией он оставил П.К. Залесского.

Аузан был храбрым и способным военачальником. В конце 1916 г. он, командуя уже бригадой латышских стрелков, штурмом взял на Милавском направлении сопку, откуда по атакующим били свыше ста пулеметов противника. За мужество и храбрость он награжден орденом св. Георгия, имел до десяти других наград и получил чин генерал-майора.

#### ВО ГЛАВЕ КОРПУСА ВОЕННЫХ ТОПОГРАФОВ

В апреле 1917 г. А.И. Аузана отозвали с фронта и поставили во главе корпуса военных топографов, основанного в 1812 г. на базе "Депо карт".

Положение в стране было тяжелое. Прогремели две революции. А.И. Аузан, человек очень аккуратный, составил и вскоре опубликовал краткий доклад о работе корпуса военных топографов и положении дел на 1 января 1918 г. Доклад был представлен в Междуведомственную комиссию по объединению съемочных работ, образованную при Российской академии наук в 1917 г.

После Октябрьской революции организовано военно-топографическое управление, возглавил которое А.И. Аузан. Несмотря на войну, он наметил осуществить связь триангуляций Туркестана и Индии, для чего нужно было выполнить привязку сигнала Ташкентской обсерватории к центру ее меридианного круга. Эту работу Аузан поручил астроному Ташкентской обсерватории Н.Ф. Булаевскому, которого он перевел в Туркестанский военно-топографический отдел. В феврале 1918 г. из Петрограда в Ташкент прибыл целый эшелон с оборудованием для мастерской, занимавшейся ремонтом и изготовлением геодезических инструментов. Данные измерений передали в вычислительную часть корпуса военных топографов, где их обработали и опубликовали.

6 мая 1918 г. А.И. Аузан обратился к "отцу российской геодезии" профессору В.В. Витковскому (Земля и Вселенная, 1990, № 1) с письмом: *"Совершенно неожиданно мне выпала трудная задача быть во главе корпуса военных топографов во время самых крупных событий и разрушений в России. В конце апреля в связи с преобразованием Главного управления Генерального штаба и Главного штаба во Всероссийский Главный штаб пришлось провести и реорганизацию корпуса военных топографов. В это дело мы, находящиеся в Москве старшие чины, вложили всю свою любовь и умение. Хотели бы, чтобы наши идеи и благие пожелания принесли России и науке пользу. Хотим видеть во главе геодезического отдела Вас, хотим продолжать у Вас учиться"*.

Не ограничившись этим письмом, А.И. Аузан организовал коллективное обращение к В.В. Витковскому с просьбой занять пост начальника геодезического отдела, которое кроме него подписали Я.И. Алексеев, О.Г. Дитц, А.Н. Максимович, И.С. Свищев и другие. Максимович лично отвез Витковскому оба письма (Витковский жил в Петрограде).

В ответном письме Витковский пишет: *"...колебался, радовался и страдал целый месяц. Хотелось быть со старыми друзьями, служить Родине и науке, но я стар и менять привычки и образ мыслей мне трудно. Единственной целью я сейчас считаю окончание моей "Астрономии", книги, уже наполовину подготовленной, и которая, как я надеюсь, будет не хуже раньше изданных<sup>1</sup>. Для этого нужны спокойствие и возможность располагать своим временем, но то и другое немислимы на ответственном и важном посту руководителя трудами многих. После многих бессонных ночей и обсуждения Ваших подробностей я пришел к заключению, что мне не следует подвергать себя испытанию, конец которого совершенно неизвестен..."* Заканчивает письмо благодарностью и пожеланием успехов корпусу военных топографов.

Корпус продолжал свою деятельность под руководством А.И. Аузана. В докладе на II Всероссийском астрономическом съезде в Петрограде 26 августа 1920 г. А.И. Аузан сообщил, что корпусом военных топографов произведена нивелировка вдоль Николаевской (впоследствии Октябрьской) железной дороги, производится первоклассная триангуляция по линии Петроград–Одесса, параллельно знаменитому меридиану Струве. Этот ряд через каждые 300–400 км предполагалось связать с таким же первоклассным рядом Москва–Курск–Мариуполь. Уже избрали базисы, построили сигналы и приступили к наблюдениям. Работу намечалось закончить в 1921 г. (что и было сделано). Определены астрономические

<sup>1</sup> Имеются в виду курсы В.В. Витковского "Топография", "Практическая геодезия" и "Картография", изданные в 1898–1907 гг. и неоднократно переиздававшиеся. "Курс общей астрономии", законченный В.В. Витковским незадолго до кончины (1924 г.), несмотря на принятые меры, издать не удалось, а его рукопись погибла в 60-е гг. вместе со всем архивом В.В. Витковского.

пункты в Архангельской губернии, причем для измерения долгот применялся метод радиотелеграфа.

Выступая на съезде, А.И. Аузан горячо поддержал предложение об организации Астрономо-геодезического института (вскоре реализованное) и наметил для него ряд конкретных задач. Он также считал необходимым возобновление работы Чарджуйской широтной станции. Как решен этот вопрос, мы уже знаем.

#### В ЛАТВИЙСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

В 1923 г. Аузан принял приглашение правительства Латвийской республики и переехал в Латвию. Там он стал членом военного совета Главного штаба латвийской армии. С 1927 г. и до выхода на пенсию в 1933 г. он – начальник отдела геодезии и топографии. Под его руководством составлена большая часть топографических карт Латвии масштабов 1:75000 и

1:50000. Аузан читал лекции по геодезии и топографии на курсах офицеров. В 1930 г. вышла его книга “Топография” на латышском языке. После ухода на пенсию он жил в своем доме в провинции.

5 августа 1940 г. Латвия вошла в состав Советского Союза. Как вспоминала Н.П. Граменицкая, вскоре после этого в одну из топографических частей явился бодрый старик и откомендовался бывшим начальником корпуса военных топографов Аузаном.

В Латвии Аузан прожил и годы немецкой оккупации. Но когда в 1944 г. подошли советские войска, Андрей Иванович не стал искушать судьбу и вместе с семьей эмигрировал в Англию. Там он прожил еще девять лет и скончался 23 марта 1953 г. на 82-м году жизни.

Таков жизненный путь этого ученого, крупного организатора геодезических исследований в России и Латвии. Его имя не должно быть забыто.

---

## Информация

---

### Космический “фейерверк” рассказывает...

...23 февраля 1987 г. астрономов всего мира взбудоражило уникальное событие: в небе появилась Сверхновая звезда, порожденная далеким мощным взрывом. Явление достаточно редкое – “звездочеты” ждали его 383 года. Первый зарегистрированный случай, произошедший в туманности Краба, внесен в древнекитайские летописи еще 948 лет назад. В отличие от него, Сверхновую 1987 А видеть невооруженным глазом было невозможно, но ведь теперь астрономы и астрофизики располагают радиотелескопами и искусственными спутниками, способными многое рассказать.

За истекшие 15 лет наблюдения Сверхновой 1987 А не

прекращались. Взрыв звезды давно позади, но пространство вокруг нее все еще бурлит.

Более того, несколько лет назад началось “возрождение”. Ударная волна от взрыва (разлетаясь во все стороны со скоростью примерно одна двадцатая скорости света) преодолела “пустое” пространство протяженностью более 2 световых лет и обрушилась изнутри на газовое кольцо. Оно возникло еще раньше из вещества, извергнутого той же звездой до катастрофы.

В месте столкновения возникла “горячая точка”. А в последнее время число таких “точек” превысило десяток и продолжает расти. Астрофизики полагают, что они сольются в одно гигантское плотное горячее образование, которое за следующее десятилетие станет в сто (или даже тысячу) раз ярче. Но и тогда без помощи техники его не различить...

Миновав внутреннее кольцо, “фейерверк” озарит ярким светом до сих пор загадочное газопылевое облако, порожденное той же звездой, но на-

много раньше. Форма и характер движения внешнего “кокона”, возможно, расскажут нам, имела ли погибшая при взрыве звезда свой спутник.

Многократно отражаясь в ходе столкновений, ударная волна возбудит эхо и будет разбрасывать первичные элементы погибшей звезды: углерод, кислород, железо и другие тяжелые вещества. Впервые возникнет возможность наблюдать процесс “подпитки” Сверхновой межзвездного пространства тяжелыми элементами, которые затем пойдут на “изготовление” будущих звезд и планет...

Взрывное излучение света самой Сверхновой 1987 А, получающее энергию в результате радиоактивного распада нестабильных изотопов, непрерывно угасало и составляет теперь лишь одну десятиллионную долю той яркости, что была в периоде ее максимума...

Ударная же волна, сталкиваясь со сравнительно мелкими скоплениями газов вокруг “места происхождения”, придает массе электронов гигантские ускорения – вплоть до близких к скорости света.

*(Продолжение на с. 48)*

## Николай Дмитриевич Моисеев

(к 100-летию со дня рождения)

Кафедра небесной механики организована на механико-математическом факультете МГУ в 1938 г. В том же году был объявлен конкурс на замещение вакантной должности заведующего кафедрой. Эту должность занял профессор **Н.Д. Моисеев**. В 1935 г. ВАК РСФСР по совокупности опубликованных работ, без защиты диссертации, присудил ему ученую степень доктора физико-математических наук и присвоил звание профессора. В 1929–47 гг. Н.Д. Моисеев занимал по совместительству должность

старшего преподавателя математики в Военно-воздушной инженерной академии им. Н.Е. Жуковского. В период 1939–43 гг. он был директором Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга. В это же время в НИИ-88 он состоял консультантом и работал совместно с С.П. Королёвым, В.П. Мишиным, Б.Е. Чертоком. Н.Д. Моисеев был даже официальным оппонентом при защите В.П. Мишиным докторской диссертации.

Крупный ученый в области небесной механики, Н.Д. Моисеев отстаивал собственное мнение в любых ситуациях. Так, например, когда на мехмате МГУ после войны один из сотрудников защищал докторскую диссертацию, в которой говорилось о математических работах К. Маркса, Н.Д. Моисеев выступил “против”. Но официальными оппонентами были крупные ученые, и соискатель получил докторскую степень... В настоящее время он занимается историей математики.

Второй случай. На ученом совете ГАИШ МГУ в 1954 г. рассматривалась программа кандидатских экзаменов по космогонии. Председатель совета директор ГАИШ Б.В. Кукаркин перечислил космогонические теории Джинса, Канта, Лапласа, Фесенкова, Шмидта. Я задал вопрос: “Борис Васильевич, а что должен говорить аспирант о теории Шмидта? Если будет отвечать Вам – получит пять, а если будет говорить то же самое Моисееву – получит два”. Н.Д. Моисеев поднялся с места и раскритиковал теорию Шмидта. Директор института сказал, что нужно осудить выступление



Моисеева. Николай Дмитриевич опять встал, прошел мимо директора, пожал мне руку и удалился с заседания. Инакомыслие в этом сложном вопросе необходимо, но отважиться на выступление против Шмидта способен был далеко не всякий.

Частые и резкие выступления Н.Д. Моисеева по поводу появляющихся научных теорий в науке снижали ему дурную славу. Возможно, высокая принципиальность и инакомыслие в науке связаны с преодолением трудностей на жизненном пути.

Николай Дмитриевич, инвалид от рождения, передвигался на костылях. Тем не менее в 1919 г. он окончил гимназию в Перми и поступил на физико-математический факультет Пермского университета. Здесь же он начал научные исследования по фотометрии комет. Одновременно ему пришлось пойти работать лаборантом, поскольку умер его отец. В 1922 г. перевелся в МГУ, который и окончил в 1924 г. Вместе с ним астрономическое отделение МГУ окончили Г.Н. Дубошин, Н.Н. Парийский, П.П. Паренаго, Б.А. Воронцов-Вельяминов, ставшие гордостью русской астрономии. Удивительный случай – один выпуск МГУ дал так много талантливых астрономов!

Н.Д. Моисеев начал работу в Астрофизическом институте, созданном в 1922 г. В.Г. Фесенковым, в должности младшего научного сотрудника. После окончания аспирантуры в 1929 г. Н.Д. Моисеев защитил кандидатскую диссертацию, посвященную происхождению комет, метеоров и космической пыли. Кроме динамической космогонии он много занимается качественными методами небесной механики, изучает устойчивость движения небесных тел.

Им сформулированы такие важные понятия, как “техническая устойчивость” и “вероятность устойчивости движения”, непосредственно связанные с его исследованиями по аэронавтике и космической баллистике. Позже Н.Д. Моисеев написал замечательную книгу “Очерки развития теории устойчивости” (Гостехиздат. М., 1949). В исторической ее части рассмотрены работы по механике от Аристотеля до Ляпунова.

В 1939–43 гг. Н.Д. Моисеев – директор Астрономического института им. П.К. Штерн-

берга. Его директорство совпало с периодом военного времени. Под руководством Н.Д. Моисеева была пересмотрена тематика научных работ. Остались лишь направления, имеющие оборонное или народнохозяйственное значение. Одним из наиболее важных считалось создание Службы времени.

Н.Д. Моисеев опубликовал свыше 120 научных работ. Под его руководством окончили аспирантуру более 40 человек.

Николай Дмитриевич был принципиальным и требовательным к аспирантам. Он часто выступал на ученом совете и критиковал не только студентов и аспирантов, но и их руководителей. Так, например, однажды он упрекнул Н.Н. Парийского за невнимание к аспирантам и спросил, кто у него защитил диссертацию. Н.Н. Парийский назвал Иосифа Шкловского, после чего Моисеев извинился и снял свои возражения. Еще был такой случай. Студент Н.С. Кардашев выполнял две курсовые работы: по механике у Г.Н. Дубошина и по астрофизике у И.С. Шкловского. Он интенсивно изучал астрофизику, а к теме по небесной механике проявил меньше интереса, за что получил замечание от заведующего кафедрой Н.Д. Моисеева. В настоящее время любимый ученик члена-корреспондента АН СССР И.С. Шкловского академик Н.С. Кардашев признается всеми как выдающийся астрофизик и с уважением отзывается о Моисееве.

Помню, как после войны рижский аспирант К.А. Штейнс, перед тем как идти на консультацию к Николаю Дмитриевичу, жаловался: “... как же мне быть, он же коньяка выпьет – так еще лучше соображает, а я так тогда уже ничего не понимаю”. Но Карл Августович стал доктором физико-математических наук и возглавил астрономию в Латвийском университете.

Своим ученикам Н.Д. Моисеев говорил: “Хотите вы, ребята, или не хотите, но я из вас людей сделаю”. Один из его учеников, Е.А. Гребенников, стал потом директором ВЦ МГУ, а другой, Е.П. Аксенов, – директором ГАИШ МГУ.

В декабре 1955 г. Н.Д. Моисеев ушел из жизни. Е.П. Аксенов продолжил свою

работу под руководством нового заведующего кафедрой – Г.Н. Дубошина. Георгий Николаевич с глубоким уважением отзывался о своем прежнем начальнике, Николае Дмитриевиче, считая его очень порядочным человеком. После смерти Е.П. Аксенова его ученик И.А. Герасимов стал заместителем директора ГАИШ по науке. Школа небесных механиков в МГУ продолжает расти и развиваться. Рассматриваются аналитические и качественные методы небесной механики, исследуются движения звезд и звездных систем, изучаются движения искусственных спутников Земли. Много внимания уделяется исследованиям с помощью ИСЗ.

*(Продолжение, начало см. с. 45)*

Эти электроны “навиваются” на магнитно-силовые линии, которыми пронизан космос, и начинают мощно излучать в радиодиапазоне частот. Сила такого излучения уже больше, чем в первые дни после взрыва. Он заставил раскаленные атомы, встречающиеся в окрестном “пустом” пространстве, излучать в рентгеновском диапазоне, что зафиксировали приборы, находящиеся на борту американского ИСЗ “СХО” (Chandra X-ray Observatory – Рентгеновская обсерватория им. Чандра) и европейского спутника “ХММ – Newton” (Рентгеновские излучения им. И. Ньютона).

Наземные наблюдения, проведенные с помощью 6 радиотелескопов в штате Новый Южный Уэльс (Австралия), также были очень плодотворными. Они установили, что в “пустотах” вокруг Сверхновой обстановка далека от сбалансированности. Большая часть энергии поступает туда с восточной и западной сторон, т.е. оттуда, где до взрыва была расположена плоскость экватора звезды.

Это подтверждает гипотезу, согласно которой “раздувающаяся” перед взрывом звезда теряет основную часть внешней атмосферы в области, ле-

жащей вдоль разреза своего вращения, а не полюсов.

Когда взрывная волна достигла краев скопления остатков, газы, сосредоточившиеся около экватора “пустого” пространства, сумели ее затормозить. Скорость волны – “всего” 3 тыс. км/с (1% скорости света) – достаточна для новых вспышек излучения.

Сейчас взрывная волна прокладывает себе путь в самой внутренней части газового кольца, выброшенного звездой “единым дыханием” примерно 20 тыс. лет назад. Сильные столкновения повышают температуру атомов до степени, позволяющей возникать рентгеновскому излучению низких энергий. По мере остывания газов атомы излучают в видимой части спектра, что регистрируют приборы Космического Телескопа им. Хаббла. Подобные оптические вспышки охватывают большую часть кольца. Они наблюдаются среди вещества, исторгнутого из наиболее внешних оболочек “покойной” звезды. Но через 5–15 лет эхо взрывной волны будет проходить сквозь материю, составлявшую наиболее глубокие области внутри звезды, вплоть до ее ядра, что, как надеются астрофизики, позволит наблюдать превращение изотопа никеля-56

В предисловии к книге Н.Д. Моисеева “Очерки развития механики” (МГУ, 1961) сказано, что автор с 1947 г. работал старшим консультантом одного из НИИ, где выполнен ряд важных для народно-хозяйства исследований.

Всего несколько лет Н.Д. Моисеев не дожид до советского триумфа в космосе. Николай Дмитриевич был не только крупным ученым, но и прекрасным лектором и незаурядным полемистом. Его прекрасные лекции по истории механики навсегда останутся в памяти слушателей.

**Г. П. ПИЛЬНИК**

доктор физико-математических наук  
ГАИШ

в кобальт, а затем и в железо. Данные, полученные с борта самолета лаборатории им. Койпера, указывают, что такой процесс уже начался...

Сверхновая 1987 А хранит еще немало тайн, например, что в ее ядре – нейтронная звезда или “черная дыра”? Радиоастрономы ищут пульсации в излучениях, которые должны возникать при вращении нейтронной звезды, но пока она “молчит”. Некоторые из них полагают, что часть материи, находившейся в самом центре, “опала” снова внутрь, создав условия для образования “черной дыры”. Но плотный слой обломков в центре того, что осталось после катастрофы, может еще десятки лет скрывать, что там находится...

Процессы, следующие за взрывом Сверхновой 1987 А, изучают сотрудники Университетов штатов Калифорния (Санта-Крус), Колорадо в Боулдере, Колумбийского в Нью-Йорке, им. Хофстра в Хемпстедде (штат Нью-Йорк); Астрофизического центра в Кембридже (штат Массачусетс), ряда учреждений системы NASA (все в США), а также в Австралии.

Science, 2002, 295, 1452

## Как запускали первый спутник

После запуска 21 августа 1957 г. боевой межконтинентальной ракеты Р-7 с полигона Байконур в СССР началась жестокая борьба между военными ведомствами и С.П. Королевым. Военные настаивали на продолжении пусков по оборонной программе, для которой старты двух ракет уже были запланированы. С.П. Королев предлагал (во время доработки головной части) использовать эти ракеты для запуска искусственного спутника Земли. Еще до первого удачного старта Р-7 (Земля и Вселенная, 1987, № 5; 1991, №№ 1, 2; 1997, № 5) он начал работать над созданием простейшего спутника (ПС-1).

Опыт предыдущих пусков (особенно двух последних) доказывал, что Р-7 вполне годится как ракетаноситель для спутника. Но препятствовали межведомственные противоречия, моральная и техническая неподготовленность организаций, участвующих в ракетно-космической программе, наконец, просто недомыслие высших

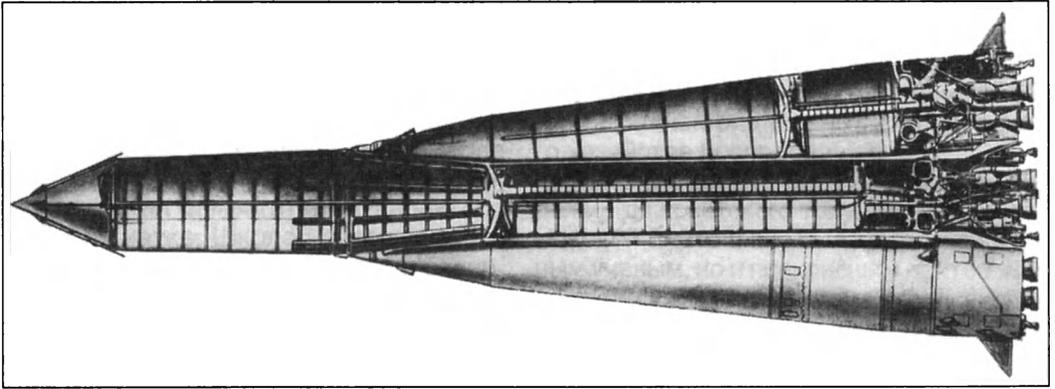
чиновников. То, что сегодня кажется очевидным, тогда приходилось отчаянно доказывать. С.П. Королеву удалось утвердить “космический” вариант, в известной мере, еще и потому, что к этому времени пришла оперативная информация о готовности к запуску первого американского ИСЗ. Желание иметь мировой приоритет в освоении космоса склонило Н.С. Хрущева принять решение в пользу ИСЗ.

Среди сторонников запуска спутника тоже существовали разногласия. Вместо простейшего ИСЗ предполагалось запустить тяжелый спутник-лабораторию массой 1100 кг (кодовое обозначение “Объект-Д”), разрабатываемый по заданию АН СССР. Но ученые не успели в установленные сроки создать аппаратуру для геофизических и космических исследований. Спутник-3 с научной аппаратурой на борту стартовал только 15 мая 1958 г.

Таким образом, первым полетел спутник, созданный за короткое время, как

с самого начала предлагал С.П. Королев. Для сокращения сроков он подключил к своей работе только две смежные организации: НИИ-885 по созданию автономных систем управления (передатчик радиосигналов) и КБ “Квант”, выпускающее составные части энергосистем всех космических аппаратов (бортовые источники энергопитания). В Академии наук была рассчитана траектория полета ракеты Р-7 для вывода спутника на орбиту. По этой траектории баллистики НИИ-4, ОКБ-1, НИИ-885 и служб полигона составили полетное задание с учетом всех особенностей комплектации ракеты-носителя и самого спутника, а также времени года и условия запуска.

В первых числах сентября готовились к очередному, пятому запуску. 7 сентября 1957 г. состоялся успешный пуск ракеты Р-7 с полигона Байконур. На Камчатке готовились к встрече головной части, хотя и знали, что она разрушится: стремились собрать как мож-



но больше информации о заключительном этапе полета. К тому же этот запуск – контрольный перед стартом первого ИСЗ в начале октября.

Запуск ракеты-носителя со спутником отличался от пуска по баллистической программе. Траектория полета ИСЗ потребовала перенастройки приборов программного наведения оптических средств полигона. Замена боевой головной части на спутнике в данной комплектации (отсутствовали приборы по траекторным и вибрационным измерениям) сделала невозможным измерить параметры орбиты спутника радиосредствами. Поэтому выход спутника на орбиту определяли только по двум показателям: фиксация телеметрией главной команды на выключение двигателей и включение радиомаяка спутника после отделения его от ракеты. Спутник стал новым элементом в комплектации ракеты. На полигоне создали группу испытателей, которая готовила и проверяла системы спутника. Так зародилось новое направление в испытаниях –

работа с космическими аппаратами.

Ракета в новой комплектации получила индекс М1-1СП. Под этим индексом оформлялись документы, сопровождавшие запуск РН: полетное задание, карточки с настройными данными и бортовые журналы. Предпусковые данные в полетном задании заполняли баллистики полигона по согласованию с представителями разработчиков, а полетное задание к запуску первого ИСЗ – капитан В.А. Никулин. При заполнении задания в пункте “Цель запуска” (место попадания – “мишень”) возникло затруднение, и он обратился к В.П. Мишину (Земля и Вселенная, 2002, № 3). Василий Павлович решил пропустить преамбулу и начать сразу с “Азимута прицеливания” – 34°37’59.2”.

К 1 октября пакет ступеней Р-7 собрали. Спутник, защищенный головным обтекателем, пристыковали к ракете-носителю. 2 октября в 7 ч утра по местному времени ракету вывезли из монтажно-испытательного корпуса и установили на стартовое уст-

*Ракета-носитель “Спутник” (М1-1СП), созданная на базе управляемой межконтинентальной ракеты Р-7. Слева, под обтекателем, спутник ПС-1. Рисунок РКК “Энергия”.*

ройство. Выполнили эту работу старший лейтенант В.А. Холин с пятью солдатами. Контроль за установкой пакета проводили: от полигона – старший лейтенант С.Н. Павлов, от ГСКБспецмаш (ныне Конструкторское бюро общего машиностроения, которым руководил В.П. Бармин (разработчики стартовых комплексов) – Б.И. Хлебников. Готовила и проверяла ракету испытательная команда, состоявшая из офицеров службы опытно-испытательных работ и личного состава войсковой части № 25741 под командованием полковника О.И. Майского.

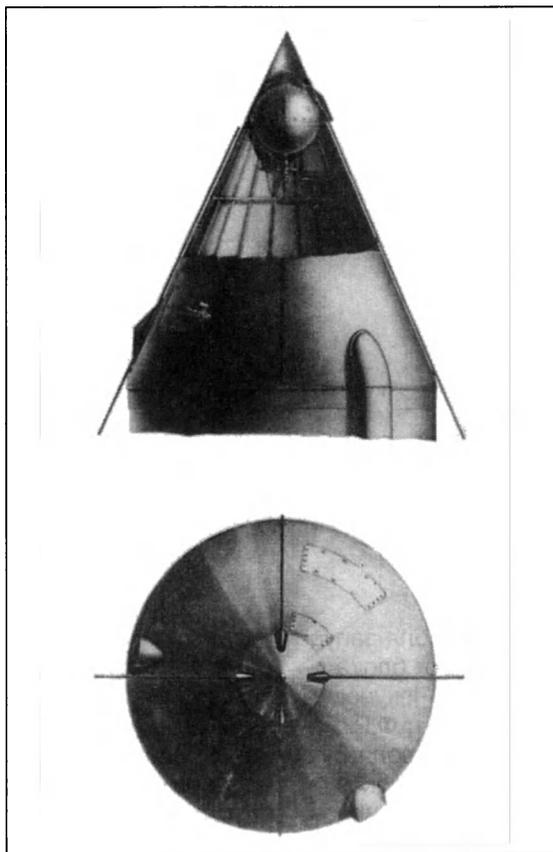
Работа стартовой команды проходила по нескольким направлениям. За них отвечали наиболее опытные офицеры: испытание стартового оборудования – подполковник А.Д. Коршунов; электри-

*Размещение первого в мире ИСЗ под головным обтекателем на центральном блоке (второй ступени) ракеты-носителя. Рисунок РКК "Энергия".*

ческие испытания бортовых приборов – капитан В.Г. Соколов; подготовка и испытания двигательных установок – подполковник А.П. Долинин; обслуживание и испытания телеметрических систем – подполковник В.А. Николаёнок; испытания и подготовка спутника – старший лейтенант В.Я. Хильченко.

Работа на стартовой позиции сложная и ответственная. Военный испытатель выполняет свои обязанности и в сорокаградусную жару, и в мороз, и при сильном ветре. С запуском первого ИСЗ повезло – не было ни ветра, ни дождя, да и ракета оказалась "послушной".

4 октября 1957 г. подготовка к пуску шла по графику, начались комплексные проверки и заключительные операции. Капитан В.А. Никулин оформил карточки с настроечными предпусковыми данными. Старший лейтенант Ю.Д. Чалых подтвердил своей подписью, что ракета нацелена в соответствии с полетным заданием, затем получена подпись подполковника А.П. Долина о готовности двигателей. Карточку-задание на заправку ракеты компонентами топлива подписали капитан В.М. Графский и лейтенант В.А. Гануш-



кин. На последнем листке бортового журнала под разрешением на пуск расписались все главные конструкторы: С.П. Королев, В.П. Глушко, В.П. Бармин, Н.А. Пилюгин, М.С. Рязанский и В.И. Кузнецов. Под подписью главного конструктора измерительных систем, телеметрии и радиоконтроля траектории полета А.Д. Богомолова осталась последняя строчка – "Технический руководитель". В.А. Никулин нашел С.П. Королева на "нулевой" отметке у почти обезлюдевшей ракеты, где заправщики заканчивали свою работу. Сергей Павлович взял лист и молча расписался.

На ракете "Спутник" операции закончились, и теперь основные события разворачивались на командном пункте – в бункере. В системе управления запуском было шесть пультов, за которыми работали военные испытатели. По современным публикациям о запуске первого ИСЗ создается впечатление, что сами конструкторы нажимали на кнопки и совершали пусковые операции. Да, они были рядом, готовые в любой момент помочь офицерам службы опытно-испытательных работ. Назовем их поименно: за пульт контроля 1-го и 2-го боковых блоков отвечал старший лейтенант Н.Г. Горше-



нев; пульт контроля запуска центрального блока – лейтенант Б.С. Чекунов и старший лейтенант Ф.Р. Ларичев; пульт контроля 3-го и 4-го боковых блоков – лейтенант А.М. Смирнов; пульт контроля зарядки интегратора – старший лейтенант В.М. Брюшинин; пульт пожаротушения – лейтенант М.Я. Егоров; пульт контроля запуска спутника – старший лейтенант В.Я. Хильченко.

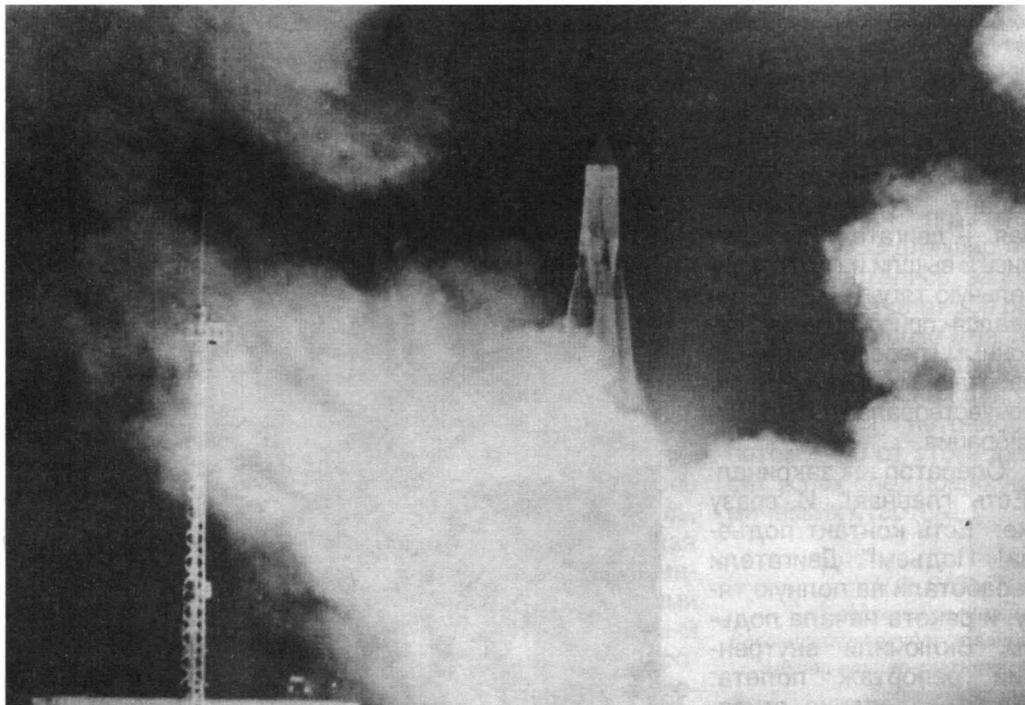
Объявлена часовая готовность, операторы включили бортовую аппаратуру радиуправления полетом и дали команду на раскрутку гироскопов. Испытатели, работающие у ракеты, начали отключать от борта штепсельные разъемы. Все это сразу отображалось на пультах в бункере. Команды на отдельные предпусковые операции подавал подполковник Р.М. Григорьянц (начальник группы комплексных испытаний 11-го отдела службы опытно-исследо-

вательских работ). Его офицеры, отработав эти команды около ракеты, заняли свои места в бункере. Закончилась последняя предстартовая операция по команде “Заряд интеграторов на полетное время”, и на пульте высветилось: “Интегратор”. Это значит, что автономная система управления к полету готова.

Дается команда по циркулярной связи: “Готовность – десять минут!” В пульттовую входят С.П. Королев, Л.А. Воскресенский и А.И. Носов. По сложившейся еще на полигоне Капустин Яр традиции руководитель запуска – “стреляющий” – назначался из военных. В тот раз “стреляющим” был полковник А.И. Носов. Рядом со “стреляющим” у другого перископа всегда стоял заместитель С.П. Королева по испытаниям Л.А. Воскресенский. Менялись “стреляющие”, а Леонид Александрович неизменно оставался на своем посту.

*Государственная комиссия по запуску первого ИСЗ на космодроме Байконур: первый ряд – Г.Р. Ударов, И.Т. Булычев, А.Г. Мрыкин, М.В. Келдыш, С.П. Королев (технический руководитель), В.М. Рябинов (председатель комиссии), М.И. Неделин, Г.Н. Пашков, В.П. Глушко, В.П. Бармин; второй ряд – М.С. Рязанский, К.Н. Руднев, Н.А. Пилюгин, С.М. Владимирский, В.И. Кузнецов. Фото РКК “Энергия”.*

“Всем службам! Готовность пять минут!” – раздается в динамиках голос “стреляющего”. В это время в пульттовой загорается транспарант “Вспомогательные системы”. Это означает, что отменена готовность какой-то системы. Причину тревоги выяснили быстро – сказался опыт предыдущих пусков. Датчик контроля дозаправки окислителя показывал нехватку кислорода, хотя его естественное испарение автоматически компенсирова-



Старт РН "Спутник" с первым спутником ПС-1. 4 октября 1957 г. Фото РКК "Энергия".

лось подпиткой из дозатора. Датчик заблокировали вручную (на запуск он принципиально не влиял), и программа пуска была продолжена.

"Внимание! Минутная готовность!" – объявляет "стреляющий". В бункере воцарилась предстартовая тишина.

"Протяжка-1!" – звучит очередная команда. Это – для телеметристов многоканального наземного регистратора системы контроля работы стартового оборудования, по которой лейтенант Ю.С. Николаев включает шлейфовые осциллографы. Теперь малейшее движение опор-

ных ферм, направляющих конструкции и параметры отрыва ракеты находятся под контролем.

"Стреляющий" выдерживает паузу для операторов, чтобы определить параметры на приборах. От них нет информации о сбое в какой-либо системе, значит, можно приступать к набору схемы запуска. По команде "Ключ на старт!" оператор центрального пульта В-347 лейтенант Б.С. Чекунов повернул ключ слева направо. После этого исторического пуска Б.С. Чекунов прослужил на космодроме еще 30 лет и 600 раз нажимал кнопку "Пуск" на своем пульте.

"Есть ключ на старт!" – отвечает оператор, выполнив команду. Несколько секунд выдержки, и звучит команда: "Ключ на дре-

наж!" – "Есть ключ на дренаж!" – звучит голос оператора. Это означает, что дренажные клапаны закрылись после удаления из топливных баков РН паров топлива и можно продолжить процедуру запуска. "Протяжка-2!" – поступила команда из бункера на технические станции полигонного измерительного комплекса и системы радиоуправления полетом. Там включили регистраторы. "Стреляющий" ждет, пока секундная стрелка подойдет к времени, указанному в пусковой карточке, и громко командует: "Пуск!". Б.С. Чекунов нажимает на заветную кнопку.

С этого момента и до включения двигателей – всего 1–2 минуты, но они самые напряженные. А.И. Носов и Л.А. Воскресенский приникли к окулярам пери-

скопов. Загорается транспарант "Предварительная" — двигатели запустились и вышли на предварительную тягу. В бункер ворвался приглушенный бетонными перекрытиями гул работающих двигателей, почувствовалась сильная вибрация.

Оператор закричал: "Есть главная!" И сразу же: "Есть контакт подъема! Подъем!" Двигатели заработали на полную тягу, и ракета начала подъем. Включили внутренний репортаж полета: "Есть разделение ступеней! Включилась система радиуправления полетом! Тяга двигателей нормальная!" Осталось дожидаться 290-й секунды полета, после которой решалась судьба спутника: дотянет ли до орбиты вторая ступень? На ИП-1 станции "Трал" (измерительный пункт за полетом РН, расположенный в 1.5 км от старта) офицеры службы измерений отслеживают на видеоконтрольном устройстве основные параметры движения ракеты (давление в камерах сгорания, прохождение основных команд). Истекли 295.4 секунды, и зафиксирована "Главная команда". Это означает, что двигатели выключились, спутник отделился от второй ступени и вышел на орбиту. Для полной уверенности надо еще принять подтверждающий сигнал пе-



редатчика "Маяк", находящегося на спутнике.

Приемная аппаратура станции "Маяк" была установлена на ИП-1 в "финском" домике, ее обслуживал младший лейтенант В.Г. Борисов. В тесную комнатку домика, где стоял передатчик, набилось столько народа, что трудно было дышать. Военные и разработчики терпеливо ждали сигнала. Когда раздались знаменитые "бип-бип-бип", домик едва не рухнул от оглушительного "Ура!". Прием сигнала длился около двух минут, пока спутник не ушел за радиогоризонт.

Еще до начала выполнения спутником второго

витка вокруг Земли прозвучало сообщение ТАСС. Все, кто участвовал в разработке, испытаниях и запуске I ИСЗ, испытывали огромную радость от хорошо проделанной работы. Осознание глобальности содеянного пришло только через несколько дней, когда последовала бурная реакция мировой прессы. Вдруг стало ясно, что **выполнен не просто очередной пуск, а произошло эпохальное событие, открывшее космическую эру человечества.**

А на полигоне продолжалась работа. В службе измерений проверили телеметрию. Отдел анализа

вместе с разработчиками провел диагностику, выявив немало серьезных замечаний. При старте ракеты было зафиксировано запаздывание выхода на промежуточный режим работы основного двигателя одного из боковых блоков. Этот двигатель вышел на нужный режим буквально на последних долях секунды временного интервала, после которого могло бы последовать аварийное прекращение пуска. На 16-й секунде полета отказала система опорожнения баков, что привело к повышенному расходу керосина, и в конце активного участка полета его не хватило. Хорошо, что ракета к этому времени уже набрала первую космичес-

кую скорость (7.8 км/с), тем не менее спутник не набрал запланированные 90 км в апогее орбиты.

На центральном блоке после выхода спутника на орбиту не выключился передатчик телеметрической системы "Трал". Телеметрия ракеты-носителя с этого момента стала не нужна, к тому же существовала вероятность, что излучение телеметрического передатчика заглушит основной сигнал со спутника. К счастью, обошлось без помех. Выяснилось, что несанкционированная работа "Трала" предусматривалась разработчиками А.Ф. Богомолова, который хотел таким образом проверить работу своего передатчика с орбиты и доказать его необходимость на

будущем спутнике. Действительно, на следующем искусственном спутнике Земли, с собакой Лайкой на борту, эта система была основным источником информации из космоса.

Замечания по пуску первого ИСЗ для широкой публики остались "за кадром" – ведь полет все равно состоялся. Но для тех, кто несет вахту на космодроме, важна каждая обнаруженная неточность, потому что от этого зависит успех следующих космических стартов.

*Н.Л. СЕМЕНОВ,  
ведущий специалист  
Российского государственного  
архива научно-технической  
документации,  
участник запуска I ИСЗ,  
ветеран космодрома Байконур*

---

## *Информация*

---

### **Марсолеты готовятся к полету**

В NASA ведутся испытания нескольких малых беспилотных автоматических летательных аппаратов, предназначенных для изучения Марса при парении в его атмосфере. Проект "Kitty Hawk-3" (Китти Хоук – название поселка в штате Северная Каролина, где братья Орвилл и Уилбур Райт совершили первые в мире полеты на аэроплане "Flyer" в декабре 1903 г.)

разработан коллективом Исследовательского центра им. Эймса (штат Калифорния). Один из двух таких аппаратов – "Орвилл" – представляет модификацию дистанционно управляемого планера "NASA-731" длиной 1.2 м и размахом крыльев 2.4 м.

Для испытаний аэродинамических качеств прототип марсолета сбрасывали с воздушно-го шара на высоте 30.8 км над территорией штата Орегон. Управление полетом осуществлялось из наземного пункта с помощью радиокоманд. Перед этим аналогичные испытания проводились на более низких высотах при полете другого экспериментального аппарата "Уилбур", построенного на основе планера "NASA-729". Данные эксперименты позво-

лят создателям марсолета внести изменения в конструкцию аппарата.

Предполагается, что марсолеты будут доставляться со сложенными крыльями и пропеллером (размещен в хвостовом отсеке аппарата) в атмосферу Марса с помощью орбитального или посадочного отсека АМС. Развернув в атмосфере крылья и запустив пропеллер, марсолеты смогут совершать длительные полеты для изучения планеты. В составе научных приборов – фотокамеры высокого разрешения, позволяющие охватывать большие площади поверхности.

Spaceflight, 2001, 43, 11

## “Гармония мира” – в историческом аспекте (физическая поэма)

В. А. СМИРНОВ,  
кандидат физико-математических наук  
(Одесса)

Согласно легенде, древнегреческий мудрец Пифагор, проходя мимо кузницы, услышал звуки, издаваемые двумя разными молотами, стучавшими по наковальне. Сравнивая звучание молотов, Пифагор нашел, что такое же соотношение звуков можно получить и для струн.

Услышанные Пифагором музыкальные интервалы послужили основой для учения о консонирующих и диссонирующих интервалах. Благозвучными, консонирующими интервалами являлись звучания струн, одинаковых по своим свойствам и натянутости, но отношения длин которых составляли простые числа (1 : 2 – октава, 2 : 3 – квинта, 3 : 4 – кварта и т.д.). Пифагор свое учение экстраполировал на окружающий мир и считал, что “все есть число и гармония”. Говорили,

что он слышал “музыку космических сфер”.

Современниками Пифагора, жившими в Греции и Италии, были философы Гераклит, праотец диалектики Зенон, Фалес Милетский и другие. На Востоке в том же VI в. до н.э. жили великие мыслители Заратустра в Иране, Лао-Цзы и Конфуций в Китае, наконец, индийский принц Сиддхарта Гаутама, будущий Будда. Философы Запада и Востока высказывали тогда во многом общие представления об “устройстве вещей”. Они рассматривали мир как сочетание взаимосвязанных, проникнутых божественной силой явлений и вещей. Восточные мистики остаются преданными этой точке зрения на протяжении многих столетий. Согласно индуистским представлениям, отраженным в древних “Ве-

дах”, в ритмах танца космического божества Шивы – все многообразные движения Вселенной. Целью восточных мистиков было утверждение **единства и взаимосвязи** всего в мире, слияние индивидуума с высшей божественной реальностью. В древних “Упанишадах” (“наставлениях”), содержащих философию индусов, так сказано об этом:

*“Тот, кто, присутствуя во  
всех вещах,  
Тем не менее, отличен от  
этих вещей;  
Тот, кого не знает ни одна  
вещь;  
Тот, кто телом своим все  
вещи объемлет;  
Кто управляет всеми  
вещами изнутри –  
Он – твоя душа, внутренний  
Господин,  
Бессмертный”.*

При этом мышление мистика всегда более связа-

но с его интуицией, возможностями медитации, слияния с природой.

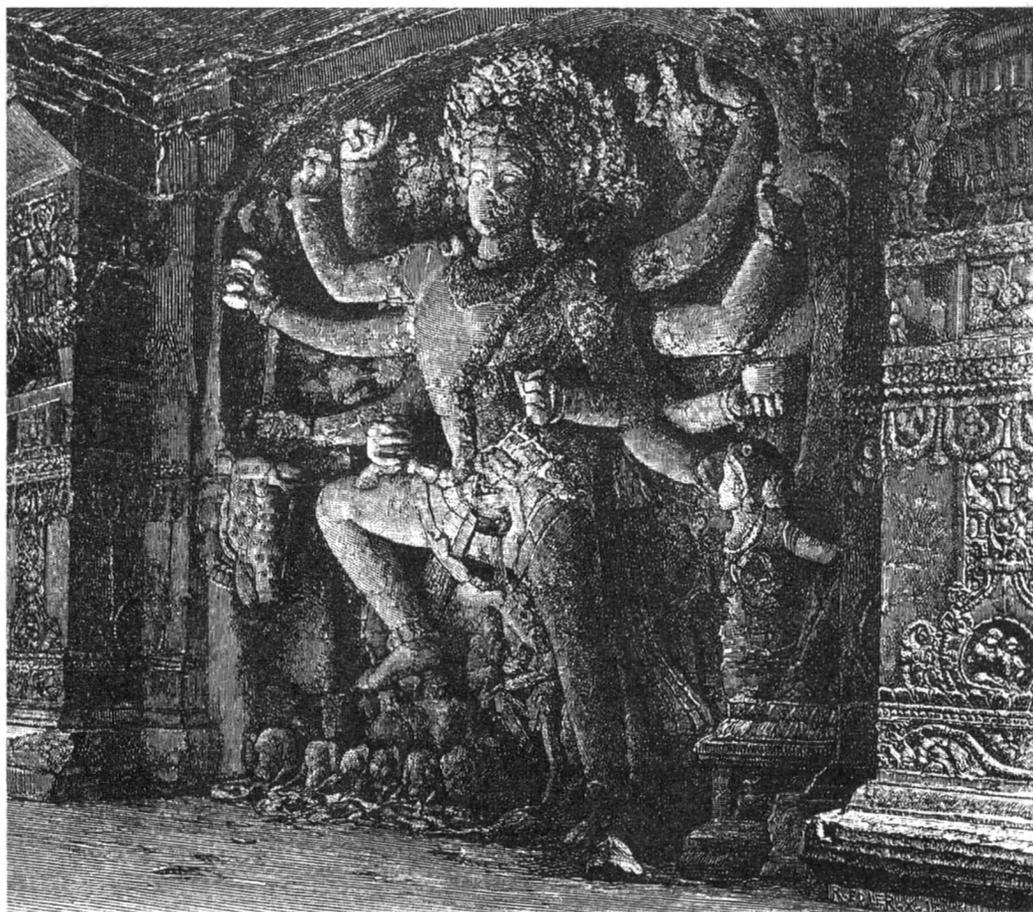
Европейская цивилизация между тем пошла путем, в котором преобладала идея **разделения** внешнего для человека мира — материи — и внутреннего сознания. Провозглашенный Рене Декартом принцип “мыслю, следовательно, существую” привел к механическим представлениям классической физики, в которой временная составляющая играла второстепенную роль. Божественная сила в этих представлениях играла роль некоего директора, управ-

ляющего мировым порядком. В мышлении преобладало рациональное, основанное на опыте. Для обоснования физических закономерностей использовался зачастую излишне громоздкий математический аппарат, так что для многих законы физики стали догмами, для большинства — с непонятным смыслом. Ко времени создания И. Ньютоном классической механики и в дальнейшем физические закономерности представлялись в “классическом” понимании статическими, не зависящими от временных переменных. При изложении

физики (даже до недавнего времени) практически не использовалось понятие “изменение физической величины”. Как правило, связи между величинами, отражающие физические закономерности, преподносились в одномерной интерпретации для стационарного случая. Насколько это важно, видно на примере исследования генетических закономерностей развития живых орга-

---

*Древнее индийское божество. Изображение ассоциируется с “многомерностью” движений объектов Вселенной.*





штабов, неразрывно связанных с макромиром, в будущем, когда станет понятным механизм образования Вселенной “из ничего”, должны найти разрешение парадоксы волн, симметрии, пространства и времени. Пока что тензорное исчисление удачно применяется в основном лишь в общей теории относительности А. Эйнштейна.

Введем несколько общеизвестных символов.

Так, **сила  $F$**  означает меру воздействия одного тела на другое. **Масса  $m$**  определяет меру инертных свойств или “меру тяжести” физического тела. Причем “инертная” и “тяжелая” массы оказались эквивалентными.

**Энергия  $W$**  определяет меру взаимодействия тел. Соответственно механическая энергия подразделяется на кинетическую и потенциальную. **Работа** — мера превращения энергии из одного вида в другой.

Если символом “ $\Delta$ ” обозначить понятие “**изменение физической величины**” (или “превращение” ее), то изменение перемещения тела за время  $\Delta t$  будет  $\Delta s$ . Тогда формула механической работы на основании закона сохранения будет отражать **закон изменения энергии  $\Delta w$**  в одномерной интерпретации:

$$\begin{aligned} \Delta A &= \vec{F} \Delta s \cos(\vec{F}, \Delta s) = \\ &= \Delta w. \end{aligned} \quad (1)$$

низмов. Если окажется, что темп эволюции в действительности опережает теоретическую модель развития, то это будет означать необходимость применения кардинально новых, фундаментальных законов развития всего живого.

При научном описании законов природы, когда нужно выразить смысл исследуемых закономерностей, обнаружился недостаток слов в разговорном языке. Пришлось вводить символы, смысл которых раскрывался лишь

со временем. И даже сегодня больше чем достаточно понятий нуждаются в дальнейшем осмыслении.

Для отражения во всем многообразии физических закономерностей (например, для применения закона Гука, описывающего деформирующие воздействия на тела), необходимо было бы использовать **тензорное исчисление**. Именно тензорное исчисление позволит отразить физические взаимодействия вплоть до “планковских длин” порядка  $10^{-35}$  м. В мире “планковских” мас-

В последней формуле под символами  $\mathbf{F}$  и  $\Delta \mathbf{s}$  будем понимать не только численное значение физических величин, но и направление их действия. Несложно заметить, что, в зависимости от направления действия  $\vec{\mathbf{F}}$  и перемещения  $\vec{\Delta \mathbf{s}}$ , изменение энергии может быть равно нулю (при  $\mathbf{F} \perp \Delta \mathbf{s}$ ). Мы можем наблюдать механическую систему, например движение тела по окружности под действием центростремительной силы, когда энергия этой системы оказывается постоянной, ибо ее изменение  $\Delta W = 0$ .

Сложнее понять возможность отрицательной энергии, когда угол между направлением действия силы и направлением перемещения становится больше  $90^\circ$ . Не говорит ли минус перед значением энергии о наличии как бы скрытой для нас, но в то же время окружающей нас колоссальной энергии взаимодействий между телами?

Аналогично можно трактовать второй закон Ньютона как закон **изменения количества движения**

$\vec{\Delta(m\mathbf{v})}$ , где  $\vec{\mathbf{v}}$  – скорость перемещения тела:

$$\vec{\mathbf{F}} \Delta t = \vec{\Delta(m\mathbf{v})}. \quad (2)$$

Из формулы видно, что если внешняя сила  $\vec{\mathbf{F}}$  не действует на механическую систему, т.е. система изолирована, то количество движения (импульс силы)  $\vec{\mathbf{p}} = m\vec{\mathbf{v}}$  остается по-

стоянным. Так можно прийти к любому закону сохранения (их не менее 10), объяснить причину того или иного движения.

Законы описанного Ньютоном “механического” мироздания обладали общей недосказанностью. Несмотря на то, что законы эти объясняли причину того или иного движения, они как бы упирались в невидимую преграду, когда речь шла о временном развитии, о будущем той или иной системы.

Можно отметить, что ныне астрологи составляют гороскопы, предсказывая будущее по положениям нескольких светил. Но попробовали бы они составить гороскоп и предсказать будущее с учетом всех взаимодействий данного индивидуума, влияния на него внешних сил, включая, к примеру, воздействие тещи. Если бы это было возможно, то в таких предсказаниях действительно проглядывала бы некая истина!

Правда, Второй принцип термодинамики указывал направленность всех протекающих в природе процессов в сторону более вероятного их осуществления, роста отвечающей за эти процессы функции, называемой энтропией  $S$ . Если  $W$  – вероятность осуществления какого-то состояния системы, то, согласно формуле Больцмана,  $S = k \ln w$ , где  $k$  – постоянная Больцмана, а  $\Delta S \geq 0$ . На примерах явлений диффузии, теплопроводности, трения мы убеждаемся в правильности таких представлений. Но одновре-

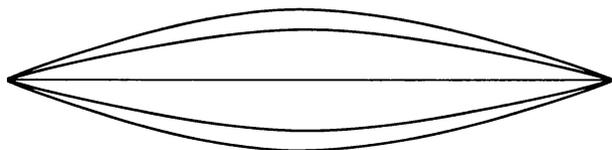
менно мы наблюдаем процессы становления, развития, формообразования природных явлений, казалось бы, совсем “невероятные” события, например образование кроны дерева в процессе роста.

Разработанные в XVII в. дифференциальное и интегральное исчисления позволили физикам сформулировать закономерности, описывающие явления микро- и макромира. И только в закономерностях современной теоретической физики – законах квантовой механики, общей теории относительности – мы можем найти описание процессов, происходящих в четырехмерном пространстве – времени и отражающих также временные процессы. Причем временная координата, согласно Г. Минковскому, в этом пространстве оказывается мнимой, как бы нереальной, а понятие вполне реальной для нас силы тяготения, по Эйнштейну, эквивалентно искривлению окружающего пространства. Так статический мир ожил и приблизился к пониманию его древними мистиками!

Можно назвать основных создателей новой физики XX в.: Альберт Эйнштейн, Эрнст Резерфорд, Майк Планк, Нильс Бор, Вернер Гейзенберг, Вольфганг Паули, Луи де Бройль, Энрико Ферми, Поль Анри Дирак, Эрвин Шредингер и другие.

При их участии сложились совершенно “сумасшедшие” представления об окружающем нас мире. Так, следующий из зако-

Стоячие волны в вибрирующей струне. В настоящее время развиваются представления о струнной природе микрочастиц. Волновой принцип лежит также в основе развития макромира.



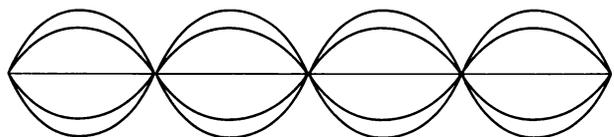
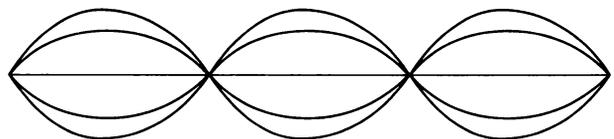
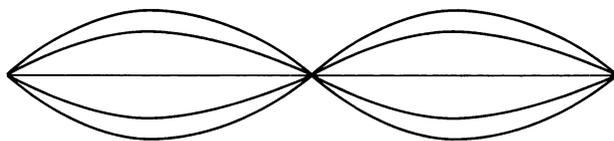
нов Ньютона классический принцип причинности при описании процессов микро- и, вероятно, макромира, потерял смысл.

Дело в том, что каждый объект мироздания на самом деле оказался одновременно волной. Если обозначим **длину волны**, т.е. путь распространения волны за время периода колебания ее источника  $\lambda$ , то, по Л. де Бройлю,

$$\lambda = \frac{h}{mv}, \quad (3)$$

где  $m$  – масса объекта, связанного с волной,  $v$  – его скорость,  $h = 6.62 \times 10^{-34}$  Дж · с – постоянная М. Планка. Из формулы видно, что если тело имеет массу порядка 100 кг, то связанная с ним длина волны исчезающе мала. Но для микрообъекта, например электрона, имеющего массу  $m = 9.1 \times 10^{-31}$  кг и скорость  $v = 1$  м/с, связанная с ним длина волны имеет порядок  $10^{-3}$  м. Таким образом, микрообъект представляет собой некую “струну”, которая издает волну определенной частоты. Именно “**струны**” обуславливают образование “полей” в вакууме.

Строгий порядок в мире волн-частиц достигается прежде всего за счет того, что образуемые волны-частицы представляют собой



сложение распространяющихся в противоположных направлениях одинаковых по своим свойствам колебаний, т.е. стоячие волны. При этом на орбите движения микрообъекта должно укладываться **целое число  $\lambda/2$ !** Именно таким образом, согласно принципу Паули, строятся электронные оболочки атомов химических элементов, образуя таблицу Д.И. Менделеева. Поэтому количество электронов  $N$  на различных **энергетических уровнях** в атомах определяется **главным квантовым числом**  $n$ :  $N = 2n^2$ , где  $n = 1, 2, 3 \dots$

Пределы “размазывания” микрообъекта в пространстве устанавливаются из соотношения неопределенностей Гейзенберга:

$$\Delta(mv_x)\Delta x \geq h, \quad (4)$$

где  $\Delta x$  в одномерном случае показывает пределы существования микрообъекта вдоль координаты  $x$ , а  $\Delta(mv_x)$  характеризует разброс, неопределенность импульса или энергии микрообъекта. Соотношение неопределенностей не ограничивает значения  $\Delta x$ ,  $\Delta(mv_x)$ , а лишь говорит, что, если микрообъект стремится превратиться в точку, когда  $\Delta x \rightarrow 0$ , то разброс значений импульса

силы  $p$  или энергии  $W = \frac{p^2}{2m}$  становится бесконечно большим.

И наоборот, когда  $\Delta p \rightarrow 0$ , то волна микрообъекта расходится по всему бесконечному пространству. Таким образом, с уменьшением “объема” микрообъекта скорость его движения непрерывно растет!

Вместе с тем происходит чудовищный рост энергии в данном участке “вакуума”.

Конечно, наша экспериментальная техника не способна непосредственно обнаружить “механическую” структуру микрообъекта. Мы можем лишь заметить его след в камере Вильсона или на фотопленке. Обнаружить в объемной “ячейке” микрообъект нам удастся лишь с некоторой вероятностью  $\psi(t)$ , которая определяется в каждом случае из решения специального волнового уравнения Шредингера типа:

$$\frac{d^2\psi(x, t)}{dx^2} = \frac{4\pi^2}{\lambda^2}\psi(x, t).$$

(5, одномерный случай)

Решения такого же типа дифференциальных уравнений дают возможность

рассчитать во времени распространение и иных волн, например упругих механических, электромагнитных, гравитационных и др. Особый интерес представляет то обстоятельство, что аналог уравнения Шредингера все чаще применяют для объяснения “квантования” орбит планет Солнечной системы (правило Бодэ–Тициуса). Экстраполяция и других открытых для микромира закономерностей на макромир является одним из самых перспективных течений развития знаний о Вселенной.

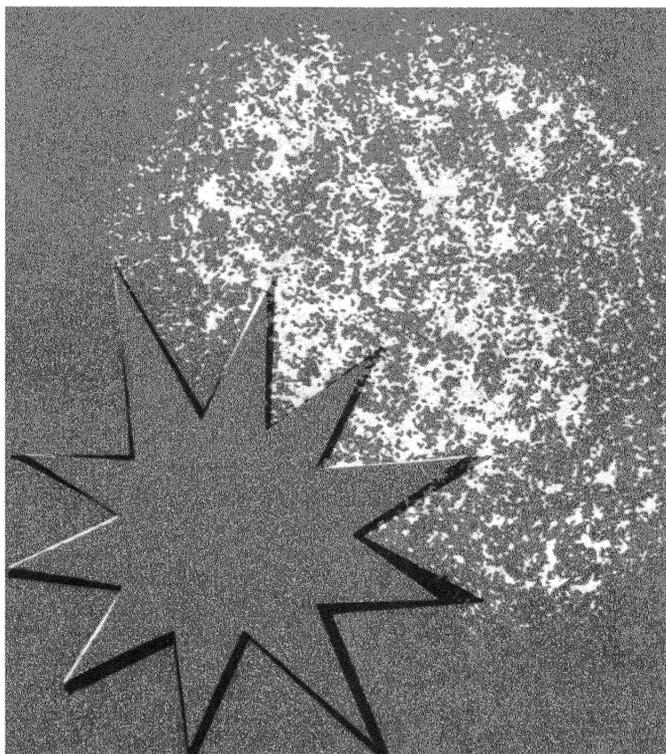
Так все объекты мироздания оказываются удивительно связанными друг с другом и показывают поразительное единство.

Учитывая сказанное, нетрудно поверить (а та-

кая теория в настоящее время является общепризнанной), что вся Вселенная однажды образовалась из “сингулярной” точки путем **взрыва**, когда сосредоточенная в точке “пустого” вакуума колоссальная энергия не удержала ее в прежнем геометрическом состоянии.

Наблюдения, согласно эффекту Доплера, “красного смещения” в спектрах галактик нашей Вселенной, наличие космического “реликтового излучения” подтверждают теорию “Большого взрыва”, созданную Георгием Антоновичем Гамовым, одеситом, плодотворно работавшим в Америке. Поистине, танец Шивы описывает наш мир не хуже, чем выводы теоретической физики!

Задумавшись над картиной обыденной жизни. Например, после занятий в студенческих общежитиях можно почувствовать приятный для обоняния запах жареной картошки. Естественно, что этот запах распространяется от источника согласно закону диффузии и второму закону термодинамики. Но посмотрим на сам источник – сковородку с картошкой на газовой плите. Чтобы понять физику процесса, мы должны вспомнить, что от огня через кристаллическую решетку сковородки распространяются **волны – частицы тепла (фононы)**. Они переносят

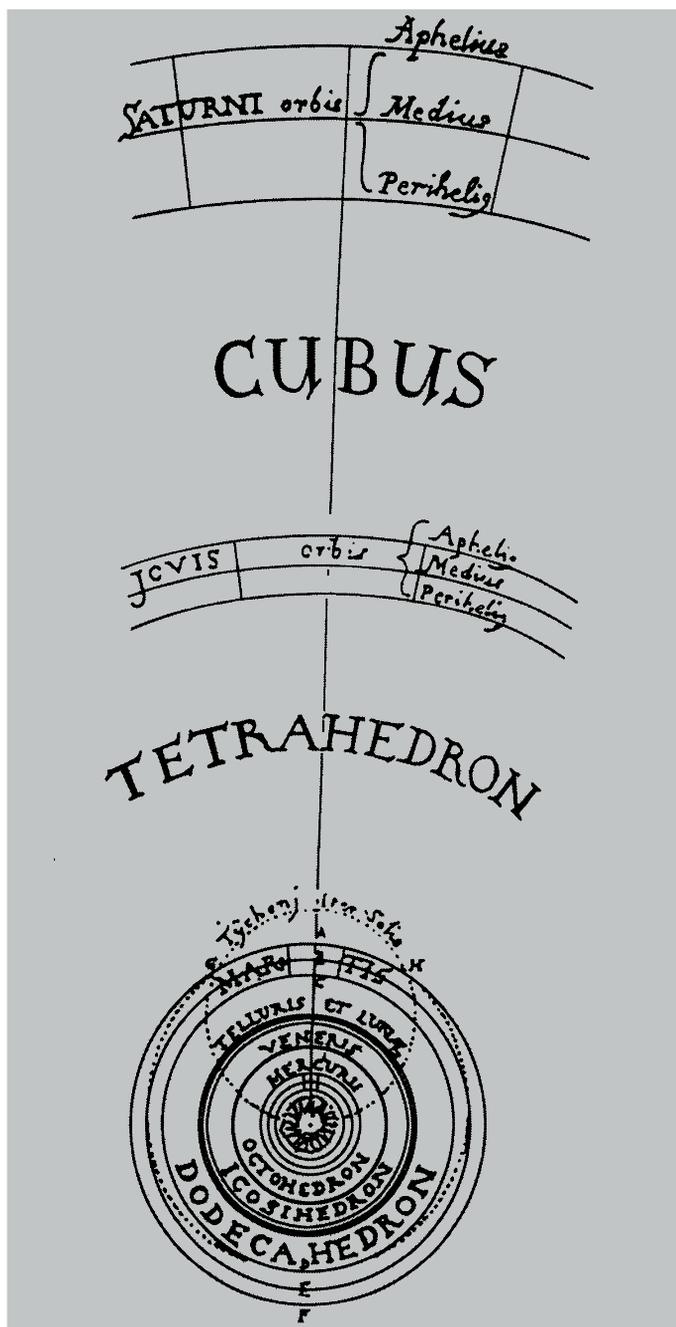


“Большой взрыв” (рисунок из книги И. Д. Новикова “Эволюция Вселенной”).

энергию, которая потом усваивается клетками нашего организма при приеме горячей пищи. Распространение фононов аналогично движению зарядов в электрическом токе и происходит в соответствии с законами сохранения энергии. Мы знаем, что при выключении электрического тока в сети на основании закона электромагнитной индукции М. Фарадея возникает "экстраток" размыкания. Удивительно, но и при быстром выключении огня мы наблюдаем "экстраток" фононов, который проявляется в усилении паробразования и запаха жареной картошки! Так природа как бы **сопротивляется** навязанному ей внешнему **изменению** данного процесса.

Действие закона электромагнитной индукции Фарадея выражается формулой  $E_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ , где  $E$  – элект-

**родвижущая сила индукции.** Она характеризует силу электрического тока, возникающего при изменении во времени потока магнитной индукции, определяемого символом  $\Delta\Phi$ . Поток магнитной индукции  $\Phi$  характеризует энергию магнитного поля, распределенную в пространстве. При выключении электрического тока окружающее его магнитное поле постепенно исчезает и вызывает при этом "экстраток", который противо-



стоит внешнему изменению магнитного поля. На этом примере мы еще раз убеждаемся, что и электромагнитные волны как бы размазаны в пространстве и несут в себе энергию, ко-

торая может проявиться и проявляется.

В заключение более подробно рассмотрим выводы, следующие из капитального труда И. Келлера "Welt Harmonik", издан-

ного во Франкфурте в 1619 г. В этой фундаментальной работе были сделаны поразительные обобщения, объединившие геометрию, музыку и астрономию. И. Кеплеру при этом в значительной мере удалось описать и объяснить “Гармонию мира”. Третий закон движения планет И. Кеплер формулирует, учитывая, в частности, музыкальные пропорции, открытые еще Пифагором. Видимо, такая **“музыка планет”** позволила Кеплеру осмыслить и сформулировать “основное уравнение астрономии”, согласно которому **“пропорция между периодами обращения двух любых планет составляет ровно полторы пропорции их средних расстояний”**. С помощью вписанных и описанных платоновых геометрических фигур Кеплер строит орбиты известных в то время планет.

В своих музыкально-астрономических исследованиях Кеплер сопоставляет планеты и группы нот, связанных с параметрами орбит планет музыкальными пропорциями. При этом для каждой планеты Кеплер выбирает свои музыкальный ключ и тональность. Сопоставляя суточные угловые перемещения планет с нотами, Кеплер приводит совместное звучание всех нот, присущих планетам. Так, в определенной настройке Кеплер представляет свой контрапункт планет. Конечно, здесь Кеплер проявляет себя как композитор-астроном, в собственной ин-

терпретации показавший мировую гармонию.

В основе метода Кеплера лежит открытый, как мы видели, теоретической физикой волновой принцип развития Вселенной и пространственно-временные рамки “золотого”, или “божественного”, сечения.

Суть математического анализа задачи о “золотом сечении” заключается в том, что из деления отрезка в среднем и крайнем отношении получается уравнение

$$x^2 - x - 1 = 0, \quad (6)$$

решение которого дает корень – некоторое число Ф. Ряд, составленный из последовательных степеней этого числа, наряду с мультипликативными свойствами одновременно обладает и аддитивными свойствами.

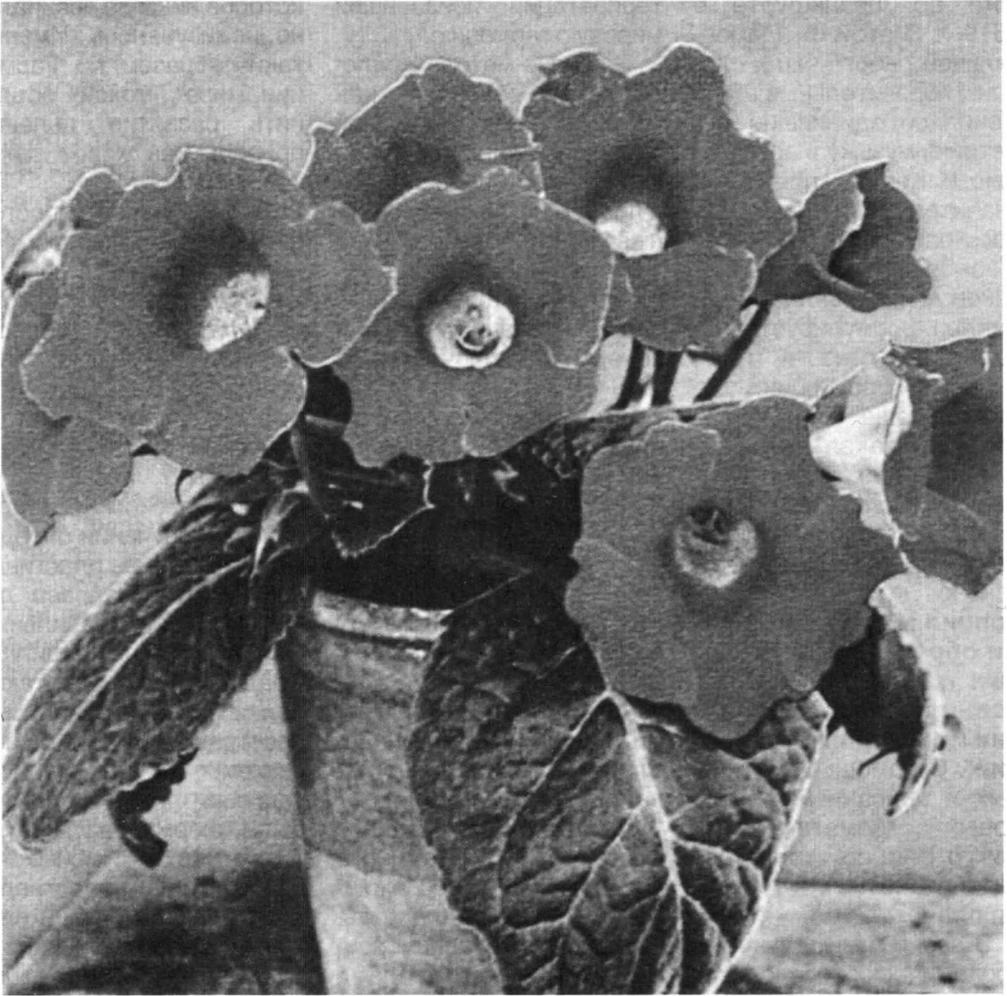
Рассматривая процесс роста снежинок в книге “О шестиугольных снежинках” (1611 г.), Кеплер объясняет его механизм применением такого ряда в природе. По сходному закону растут лепестки цветка, располагаются листья и т.д. Заметим, что еще в 1202 г. итальянский математик Фибоначчи использовал подобные ряды для решения задачи о размножении кроликов.

Объясняя эти процессы, Кеплер вводит понятие “производительной” (формирующей) силы, которая словно управляет развитием, предотвращая “тепловую смерть” (Второй принцип термодинамики). Введенная Кеплером сила отражает пятое дополнительное взаимодействие,

которое никогда специально не изучалось. Именно таким образом, по “Гармонии мира”, можно объяснить развитие явлений природы как живой, так и неживой.

Любопытно, что простой физический эксперимент дает возможность наглядно убедиться в правоте представлений Кеплера. Можно с помощью скрипичного смычка получить стоячую волну на металлической пластинке, предварительно посыпав ее мелким песком или крупой. При звучании определенного тона на пластинке возникают в узловых линиях стойкие правильные геометрические фигуры Хладни. Если бы такие волны распространялись в пространстве Солнечной системы, то, очевидно, в узловых линиях должны были формироваться орбиты планет. Именно такая картина представлялась Кеплеру в виде платоновых многогранников, и музыкальные пропорции между параметрами многогранников и музыкальные пропорции между параметрами этих фигур натолкнули его на открытие “основного уравнения астрономии”.

Если такая модель, вытекающая из представлений И. Кеплера, действительно имела место в Солнечной системе, то при образовании стоячих волн рассеянное вещество в объеме Солнечной системы должно “ссыпаться” на узловые поверхности и в дальнейшем, как в опытах Хладни, собираться в планеты.



*Действие “формирующей силы” – удивительнейшее явление природы – мы наблюдаем ежесекундно, но по привычке не придаем этому значения.*

Итак, раз Центральное светило – источник “гравитационных” волн, которые отражаются от менее плотной среды, окружающей рассеянное вещество Солнечной системы в период ее начальной эволюции, то образуется стоячая

волна. Решение уравнения Шредингера (5) в виде стоячей волны может быть использовано для определения координат ее узлов. Эти координаты, отсчитываемые от источника волны, должны соответствовать расстояниям планет от Солнца, как бы объясняя физический смысл правила Боден-Тиссуса. Обозначим координату, вдоль которой образуется волна, через  $y$ . Тогда для одномерной стоячей волны координаты узлов соответствуют точкам, опреде-

ляемым из условия:

$$y = \frac{2n + 1}{4} \lambda. \quad (7)$$

В этой формуле  $n$  – целые числа: 0, 1, 2... Однако значение при  $n = 0$  будем считать расстоянием, соответствующим источнику образования стоячей волны вместе с точкой образования начальной пучности.

Наибольшую точность определения длины волны, очевидно, дает планета, находящаяся на ближайшем расстоянии от источника волн с  $n = 1$ , т.е.

## Расстояния планет от Солнца, выраженные через $\lambda$ стоячих волн

Планета	Истинное расстояние планеты от Солнца, а.е.	Рассчитанное расстояние планеты от Солнца, а.е.
Меркурий	0.39	
Венера	0.72	$0.39 + 0.5\lambda = 0.65$
Земля	1.00	$0.39 + 1.5\lambda = 1.17$
Марс	1.52	$1.00 + 1.0\lambda = 1.52$
Главный пояс астероидов	2.90	$1.00 + 4.0\lambda = 3.08$
Юпитер	5.20	$1.00 + 8.0\lambda = 5.16$
Сатурн	9.54	$1.00 + 16.0\lambda = 9.32$
Уран	19.20	$1.00 + 35.0\lambda = 19.20$
Нептун	30.10	$1.00 + 56.0\lambda = 30.12$
Плутон	39.50	$1.00 + 74.0\lambda = 39.48$

Меркурий. Поэтому прием длину основной стоячей волны (“основной тон”)  $\lambda = 0.52$  астрономической единицы.

Тогда планетные орбиты Солнечной системы должны располагаться в узловых линиях в точках, отстоящих от источника волн на расстояниях, кратных  $\lambda/2$ . Из такого условия можно получить “теорети-

ческие” расстояния планет от Солнца.

Ниже приведены такие расстояния в сопоставлении с истинными.

Как видно из таблицы, с увеличением расстояния от центрального тела масштаб “заполняемых” узловых поверхностей в пространстве, или точек в рассмотренном одномерном случае, растет почти в гео-

метрической прогрессии, когда  $n = 4, 8, 16, 35, 74$ . Очевидно, здесь сказывается механизм “золотого сечения”, обеспечивающий гармоничное построение этого природного образования. Данные таблицы экспериментально подтверждают универсальность “метода гармонии” по И. Кеплеру и еще раз объясняют “Гармонию мира”.

---

### НОВЫЕ КНИГИ

---

#### В помощь преподавателям астрономии

Исключение астрономии из базисного учебного плана общеобразовательной школы стимулировало поиски выхода из создавшейся парадоксальной ситуации (Земля и Вселенная, 2002, № 1). Среди появившихся в связи с этим работ хотелось бы отметить работы, изданные в Рязанском государственном

педагогическом университете им. С.А. Есенина: “Астрономия в системе дополнительного образования детей” (А.К. Муртазов и Ю.Н. Воробьев) и “Астрономические термины” (А.К. Муртазов).

Пособия эти полезны тем, что в них обобщается десятилетний опыт работы авторов по созданию и развитию в Рязани системы дополнительного образования по астрономии (на базе астрономической обсерватории Университета). Публикуется “Программа курса астрофизики для объединения дополнительного образования”, рассматривается “Курс сферической астрономии для младших школьников”, приводятся задачи городских олимпиад по ас-

трономии и физике космоса, дается объяснение около 2000 терминов по всем разделам астрономии.

А.К. Муртазов известен своими работами в области околоземной астрономии, методике обучения астрономии и популяризации астрономических знаний. Он, в частности, автор полезной для преподавателей астрономии книги “Околоземное космическое пространство и проблемы окружающей среды” (Рязань, 2001). Включенный в эту книгу материал поможет формированию у школьников основных представлений космической экологии.

Е.П. Левитан

## **Обсуждение проблем астрообразования в Иркутске**

В ноябре 2001 г. в г. Иркутске проводилась Научно-практическая астрономическая конференция, посвященная 70-летию астрономической обсерватории Иркутского государственного университета (АО ИГУ). Работали пять секций: общие вопросы астрономии (пленарное заседание), история астрономии в Сибири, параметры вращения Земли, астрономическое образование, Солнце и солнечно-земные связи. Тематика секций конференции соответствовала основным направлениям работ, проводимых в АО ИГУ. На приглашение откликнулись многие исследователи из разных институтов и обсерваторий России. К сожалению, присутствовали на конференции в основном иркутяне: билеты до Иркутска дороги. В 2001 г. уже проводились крупные астрономические форумы, которые "съели" командировочные фонды многих организаций, например Всероссийская астрономическая конференция

ВАК-2001 (Петергоф, август 2001 г.) и Всероссийская конференция по космической погоде (Иркутск, сентябрь 2001 г.).

В Конференции участвовало около 150 человек из Иркутска, Казани, Киева (Украина), Кунмина (КНР), Москвы, Новосибирска, Санкт-Петербурга, Томска, Троицка, Черноголовки, Шелехова. Среди них – 3 члена-корреспондента РАН, 22 доктора и 34 кандидата наук. Издан сборник трудов Конференции.

На секции "Астрономическое образование" (только о ней, разумеется, пойдет речь в этой статье) представлены 12 докладов специалистов по школьному и внешкольному астрономическому образованию из Иркутска, Москвы, Шелехова (город-спутник Иркутска). Был проведен круглый стол, посвященный проблемам астрообразования в России, и Иркутской области в частности. В дискуссии приняли участие представители Иркутского астроклуба,

Иркутского Детского Космического Центра, Иркутского областного Центра детского и юношеского технического творчества, Шелеховского астрономического клуба, физического факультета ИГУ, физического факультета Иркутского государственного педагогического университета (ИГПУ), астрономической обсерватории ИГУ, ряда лицеев, гимназий и общеобразовательных школ Ангарска, Иркутска, Шелехова, поселка Чистые Ключи.

В докладе координатора астрономических олимпиад М.Г. Гаврилова "Астрономические олимпиады в России и в мире" дан краткий обзор состояния дел со школьными астрономическими олимпиадами разного уровня. Во время визита М.Г. Гаврилова в Иркутск обсуждался вопрос о возможности проведения Международной олимпиады на одной из обсерваторий Иркутской области. Региональные органы образования совместно с АО ИГУ подготовили предложения о про-



*Руководитель Шелеховского астроклуба В.М. Хомяков показывает сделанные школьниками снимки астрономических объектов.*

ведении в Иркутске Всероссийской астрономической олимпиады.

Доклад "Организация и формы самостоятельной работы студентов и учащихся на занятиях по астрономии" старейшего преподавателя астрономии Г.А. Каменевой и ее коллеги Л.М. Любушкиной (ИГПУ) раскрыл некоторые методы, применяемые авторами. Особое место в нем отведено практической работе студентов: выполнению индивидуальных заданий, обсуждению лекционного материала на практических занятиях, использованию малогабаритного планетария.

В полемическом докладе Д.Ю. Климушкина "Школьная программа по астрономии: выбор между альтернативами" приводятся аргументы в пользу модернизации курса школьной астрономии. Интересные предложения автора, бывшего члена и руководителя астрокружка, школьного и вузовского преподавателя, члена жюри областной астроолимпиады, заслуживают внимания. Обсуждался вопрос о пересмотре содержания курса школьной астрономии, в том числе исключение или сокращение некоторых традиционных разделов (небесная сфера, звездные величины, специфические приемы и подходы, используемые астрономами). Взамен предложено уделять больше внимания мировоззренческим разделам, на-

правленным на общее понимание школьниками устройства Вселенной, а также добавить в курс многие данные, полученные астрономией в последние годы.

В докладе известного специалиста в области гелиофизики и астрообразования, автора учебников, пособий, научно-популярных книг и статей Э.В. Кононовича и его соавтора М.Н. Храмовой "Концепции астрономического образования" обсуждаются основные особенности преподавания астрономии в высшей школе. По мнению докладчиков, решить проблему дефицита аудиторного времени можно, например, объединив лекции, практические и лабораторные занятия.

Доклад "Проблема дифференциации школьной астрономии" подготовлен Е.П. Левитаном, внесшим



*С.А. Язев представляет сборник трудов Конференции.*

и многочисленных статей по концептуальным проблемам преподавания астрономии. Е.П. Левитан указывает на необходимость создания разных учебников. Ими, кроме существующих, могут быть, например, учебники для школ с углубленным изучением физики и математики, а также для гуманитариев.

Два доклада представила соросовский доцент, преподаватель астрофизики в ИГУ и школе Р.Т. Сотникова. В первом, "Интеграция как одно из направлений преподавания астрономии на уроках-конферен-

огромный вклад в дело отечественного астрономического образования, автора учебников, учебных пособий, программ, научно-популярных и детских книг

*Заведующий Иркутским астро-клубом Э.Г. Зуев выступает перед учителями астрономии.*

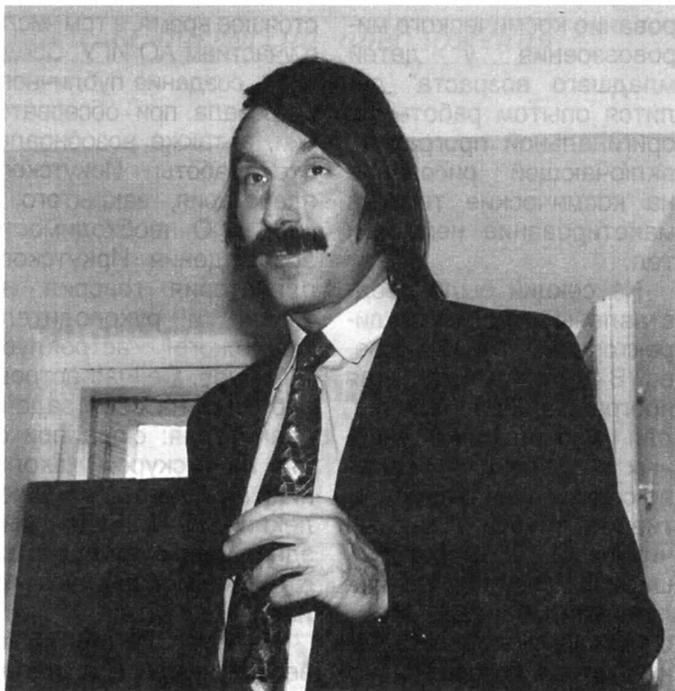


циях в средней школе”, проанализировано применение на практике авторской программы (использующей уроки-конференции). Второй доклад, “Астрономия в начальной школе”, познакомил слушателей с авторской программой и учебно-методическим пособием по спецкурсу “Моя Вселенная”, предназначенными для преподавания астрономии во II–III классах общеобразовательной школы.

Доклад руководителя астрономического клуба “Орион” В.М. Хомякова “Детско-юношеский клуб “Орион” города Шелехова” посвящен деятельности организации, активно распространяющей астрономические знания. Клуб взял на себя подготовку городской команды к участию в областной астрономической олимпиаде.

Иркутский преподаватель астрономии и физики Ю.А. Чигрин (доклад “Компьютерные презентации по астрономии”) рассказал, как он использует современные компьютерные технологии на уроках астрономии. Вместо наскучивших рефератов, тексты которых “продвинутые” дети берут в Интернете, автор предлагает им подготовить сайт по выбранному астрономическому вопросу. Школьники глубоко “входят в тему”, так как сформулированные руководителем жесткие требования к сайту не позволяют пользоваться чужими наработками.

Руководитель астрокружка иркутянка Е.С. Шерстова в докладе “Форми-



*Координатор Международной астрономической олимпиады  
М.Г. Гаврилов.*



*Р.Т. Сотникова – преподаватель астрофизики из ИГУ, соросовский доцент.*

рование космического мировоззрения у детей младшего возраста” делится опытом работы по оригинальной программе, включающей рисование на космические темы и макетирование небесных тел.

На секции были представлены два доклада директора АО ИГУ С.А. Язева. В первом (“Авторская программа “Мироведение” для инновационных учебных заведений”) изложено содержание факультативного курса, который читается в некоторых школах Иркутска с различными модификациями с 1992 г. Первая часть факультатива посвящена истории и эволюции астрономической картины мира и научного метода познания. Во второй части курса через призму научного метода освещаются современные “мифы” – астрология, уфология и т.д. Второй доклад С.А. Язева, “Внешкольное астрономическое образование в Иркутске: настоящее и будущее”, – краткий обзор проектов, реализуемых в на-

стоящее время, в том числе с участием АО ИГУ. Среди них – создание публичного астрозала при обсерватории, а также возобновление работы Иркутского планетария, закрытого в 1986 г. О необходимости возрождения Иркутского планетария говорил на секции и руководитель Иркутского астроклуба Э.Г. Зуев. Сейчас астроклуб взял на себя задачи планетария: сюда приходят на экскурсии школьники и студенты, слушают лекции и наблюдают звездное небо с помощью изготовленных в клубе телескопов.

На круглом столе, завершившем заседание секции, отмечено, что невозможно переоценить значение курса астрономии для формирования целостного научного мировоззрения учащихся. Особенно роль астрономии возросла в последние годы, когда, с одной стороны, стремительно увеличился объем новых знаний о Вселенной благодаря развитию техники наблюдений, а с другой – получили широкое

распространение антинаучные либо неквалифицированные представления о мире. Необходимо добиваться, чтобы курс астрономии был включен в базисное содержание обучения в общеобразовательной школе, а начальные знания по астрономии давались уже в III–V классах, пока у детей сохраняется устойчивый интерес к ней. Требуются новые учебники, пособия, дополнительная литература, соответствующая современному уровню астрономических знаний.

На секции было учреждено Байкальское отделение Евро-Азиатской Ассоциации учителей астрономии. Одна из его основных задач – возобновление деятельности Иркутского планетария. Принято решение привлекать региональные средства массовой информации к оповещению общественности о состоянии проблемы.

*С.А. ЯЗЕВ,  
кандидат  
физико-математических наук  
директор АО ИГУ,  
зам. председателя  
оргкомитета конференции*

## Подобие систем делимости Вселенной и Земли

Л. И. КРАСНЫЙ,  
член-корреспондент РАН  
Всероссийский научно-исследовательский геологический  
институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ)

---

*“Мир жаждою познания болен,  
пульсирует несокрушимо мысль,  
от космоса до микромира,  
единый постигая смысл”.*

*Б.А. Соколов*

Проблема природных границ – важная в естествознании. Удивительно (а может быть, и закономерно), что системы делимости природной среды от Вселенной до микромира подобны. Привлекает внимание дискретность границ различных масштабов ячеек, создающих общую картину решетчатости. Особенно примечательно блоковое строение Земли, повторяющееся у некоторых планет земной группы и их спутников. Науку, синтезирующую данные о строении Вселенной и Земли, предлагается называть космогеономией.

### ГИГА- И МЕГАДЕЛИМОСТЬ

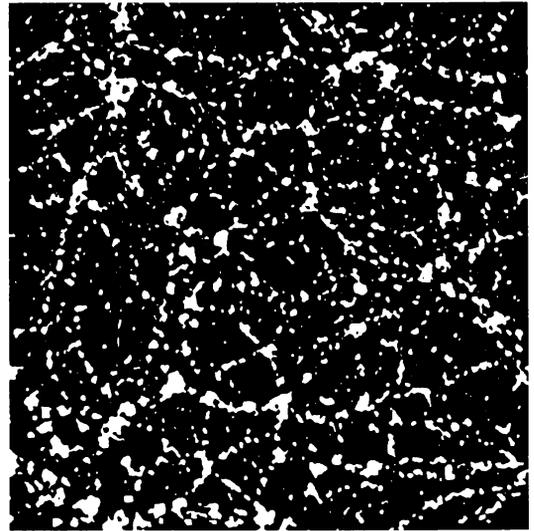
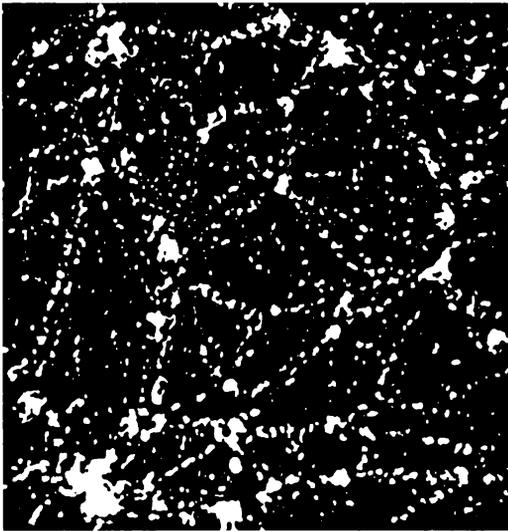
В XXI век науки о Земле вступили в тесном сотрудничестве с новыми дисциплинами: “Космической геологией” и “Астрогеологией”, в которых понятие “гео” оставалось основополагающим. Одновременно геологи (а ранее физики), обратились к астрономии, без которой невозможно понять, как образовалась “ранняя Земля”. Сравнительная планетология, а также некоторые процессы, охватывающие Вселенную, вошли в круг интересов геологов.

В материальном мире сосуществуют природные

объекты определенного класса. Они обладают общим свойством, которое мы обозначили термином “делимость”, т.е. способность вычленения ячеистых структур, ограниченных своеобразными барьерами.

Повторяющиеся в различных сферах решетчатые формы, существенно отличающиеся размерностью, обнаруживают сходные черты, что подчеркивает, вероятно, закономерность в их развитии.

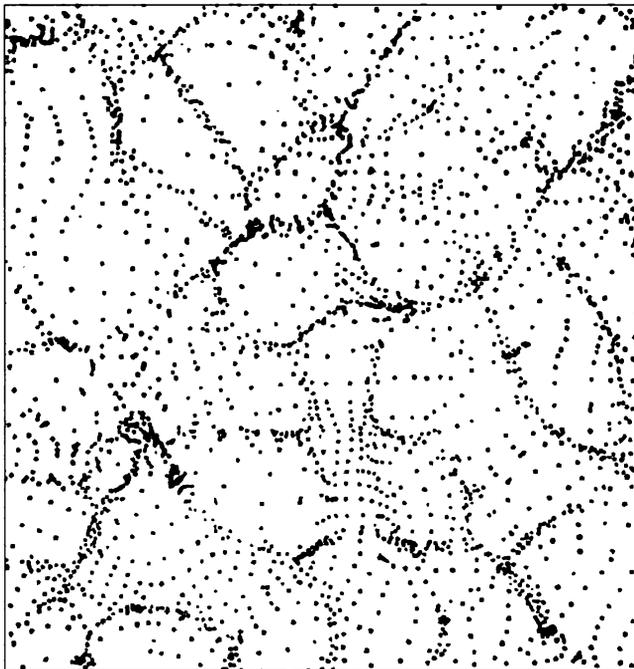
К самой крупной – гигаделимости – относится четко выраженное группирование во Вселенной звездных скоплений. Как



известно, Вселенная имеет **ячеистую структуру** и сложена из сот-многоугольников (каверн). Галактики размещаются по “ребрам” сот. В недавнем исследовании английского астрофизика П. Колеса, опубликовавшего статью совместно с Лунг Ю-Чангом в

2000 г. в журнале “Nature”, намечаются иерархическое галактическое группирование и сверхгруппирование. При этом делается попытка восстановить эволюцию Вселенной – от первоначально гладкой с “рябью” нелинейной волнистости до тонкой паути-

*Завершающие фазы эволюции группирования галактик при моделировании нелинейного разрастания крупномасштабной структуры Вселенной (по П. Колесу и Лунг Ю-Чангу, 2000). Формируется гигаделимость.*

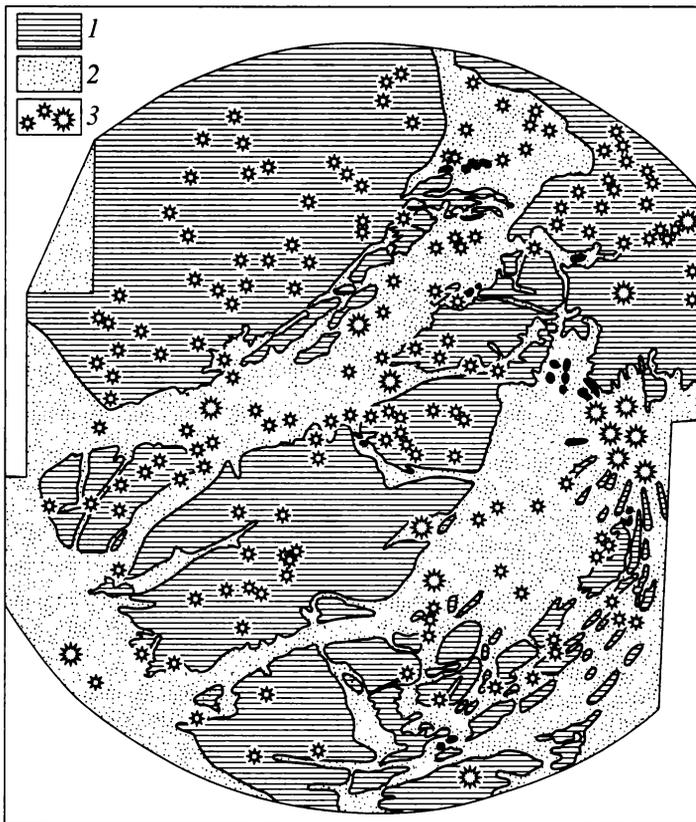


ноподобной ткани и, наконец, **решетчатости**, отвечающей представлениям Я.Б. Зельдовича. При численном моделировании отчетливо видно, что первые образования во Вселенной, согласно адиабатической теории, могли иметь форму двумерных “блинов”, на что указывал еще И.Д. Новиков в 1990 г.

**Мегаделимость** (средняя) характерна для планет и их спутников. Например, она хорошо видна на

*Возникновение плотных блиноподобных утолщений газа в ранней Вселенной. “Блины” видны с ребра в виде линий, вдоль которых концентрируются частицы (по И.Д. Новикову, 1990).*

Мозаичное (мегабрекчиевое) строение поверхности спутника Юпитера Ганимеда (радиус 2635 км): 1 – скальные породы темного цвета; 2 – ледяные поля; 3 – ударные кратеры. Схематическая зарисовка по фотографии "Вояджера-1".



Венере. Обширные пологие возвышенности ее северного полушария покрыты частыми перекрывающимися линейными дислокациями, напоминающими гигантский паркет. Его структура образована двумя-тремя системами борозд и валов шириной 5–10 км (до 20 км) и длиной от нескольких десятков до сотен километров.

Другой яркий пример мегаделимости относится к спутнику Юпитера – Ганимеду. Предполагается, что силикатные горные породы образуют на его поверхности обширные темные области, обрамленные светло-серыми трещиноватыми ледовыми образованиями. Эта уникальная мозаичность обнаружена "Вояджером-1".

#### ГЕОБЛОКИ ЗЕМЛИ

Мегаделимость разделяет крупные плиты, выявленные на Земле создателями новой глобальной тектоники. В 1967 г. на конференции Американского Географического Союза известный геолог США У. Морган назвал крупные фрагменты жесткой сферической литосферы блоками. В дальнейшем был введен термин "плиты", имея в виду их относительно малую толщину. Пло-

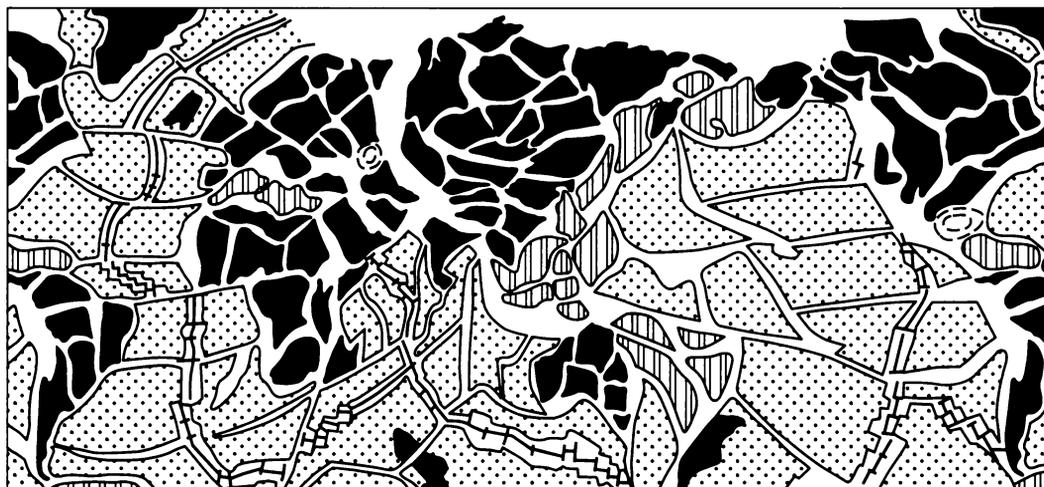
щадь этих образований, разделенных сейсмическими поясами и включающих регионы с континентальной и океанской корой, составляет  $60\text{--}130 \times 10^6 \text{ км}^2$ .

В том же 1967 г. журнал "Геотектоника" (№ 5) опубликовал мою статью "Геоблоки". Так я назвал крупные региональные структуры размером  $(800\text{--}1400) \times (1500\text{--}2200) \text{ км}$  (общая площадь около 1–5 млн.  $\text{км}^2$ ). Они обладают характерными чертами литогенеза, магматизма и метаморфизма, и отсюда – определенными формационными рядами и типами минералогенических областей.

Большая часть геоблоков и межблоковых структур

в Северной, Центральной и Восточной Азии, описанных в статье "Геоблоки", позднее была отнесена к разряду "малых литосферных плит". В 1983 г. советский геолог Л.П. Зоненшайн предположил, что они образуют область "торошения", связанную с конвергенцией крупных плит, движущихся навстречу друг другу.

Применительно к Азии близкую к геоблоковой делимость коры обосновал в 1995 г. известный китайский тектонист Чень Го-Да. Используя методы исторической и динамической геотектоники, он вычленил "коровые тела", ранжируемые как по возрасту, так и по типам. По



Глобальная система геоблоков: 1 – геоблоки континентов; 2 – геоблоки океанов; 3 – зоны сочленения континентальных и океанических геоблоков (активные транзитали).

Чень Го-Да, это “ячеистые” тела, имеющие автономную историю геологического развития.

Признавая, что геоблоки характеризуют макроделимость нашей планеты, он показал в своей монографии “Глобальная система геоблоков” (1984), что они охватывают все суперструктуры Земли – континенты, океаны и переходные между ними зоны: активные и пассивные **транзитали**. Современная тектоника плит утверждает, что литосфера разделена по латерали на крупные, средние и малые плиты. Между крупными плитами расположены пояса, представляющие собой мозаику малых плит, а сами крупные плиты не-

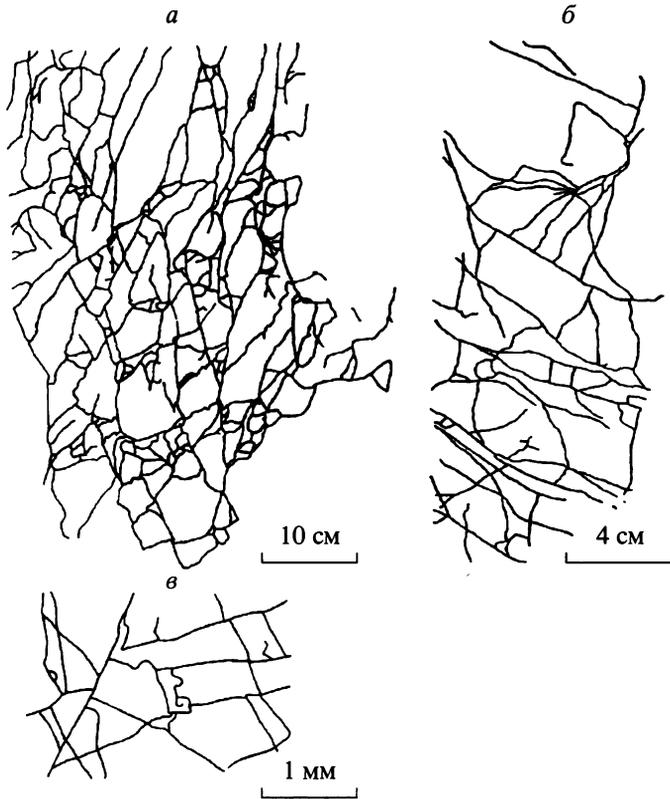
однородны в вертикальном и в горизонтальном сечении.

Уменьшенное подобие геоблоков – **террейны**. По мнению выделивших их авторов, это также автономные структуры с четко выраженными (обычно разломными) границами. Их площадь значительно меньше геоблоков и составляет сотни квадратных километров. Как и геоблоки, террейны обладают определенными особенностями геологического строения. По мнению ряда исследователей, их смежное положение с другими самостоятельными геологическими структурами – результат боковых (тангенциальных) перемещений.

Многочисленные примеры микроблоковой делимости на континентах относятся к разным разделам геологии. Они приведены во многих работах. Так, ранняя в истории континентов “**архейская**” **тектоника описывается**

**системой малых плит**. Крупнейший тектонист В.Е. Хаин показал еще в 80-х гг. XX в., что принципиальная схема соотношения гранулитовых поясов с областями, сложенными гранитом и зеленокаменными породами, отражает их решетчатую структуру. Подобная структура образуется и при съемке, основанной на регенерации струй гелия, поднимающихся по трещинам в земной коре. Многоугольники, близкие к сотовой структуре, известны в областях **диапировой** (куполовидной) соляной тектоники.

В относительно жесткой верхней коре континентов и крупных островных сооружений широко известна микроблоковая делимость, детально изученная. Она иногда выявляет скрытые разломы фундамента, обнаруженные геофизическими методами, а также по расположению зон повышенной трещиноватости. Чаще гра-



Делимость в горных породах юго-западной Турции (по Т. Бабадагли, 2001): а) в обнажении; б) в образце; в) в шлифе.

ницы блоков устанавливаются геологическим картированием крупного масштаба.

#### ДЕЛИМОСТЬ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Особую форму делимости континентальных сегментов обнаруживают в горных породах специалисты по использованию геотермальных ресурсов. Интересуясь системами различных деформаций, в первую очередь трещиноватостью, они используют понятие о **фрактальной геометрии**. Терминологию, близкую к принятой автором, применил в 2001 г. Т. Бабадагли, изучивший и закартировавший часть юго-западной Турции.

В пределах этой территории выделены фрактальные сети от гига- (километры) до микромасштаба (микроны). Они обнаруживаются аэрофотосъемкой, наблюдениями в поле естественных обнажений, в шлифах под микроскопом.

Впечатляющий пример **микроблоковой делимости** – структурирование срединно-океанических хребтов, сильно расчлененный рельеф которых создан пересекающимися их поперечными трансформными разломами, а также перпендикулярными блоками. Уже геоморфология этих грандиозных сооружений создает неповторимый узор.

Возможный первооткрыватель **наноделимости**

И.В. Золотухин опубликовал свою статью в 1998 г. в Соросовском образовательном журнале. Он утверждал, что наноблоки кристаллитов окружены межкристаллитовыми границами. Другой характерный пример наноделимости приводит академик М.А. Садовский (с соавторами): на электронограмме шлифа кварцевого стекла с увеличением в 25 тыс. раз отчетливо проступают границы. Обоснование наличия наноиндивидов в минеральном мире принадлежит академику Н.П. Юшкину. Эти морфологически упорядоченные объекты играют конструктивную роль, создавая тончайшую мозаичную микроблоковую структуру.

#### САМООРГАНИЗАЦИЯ СТРУКТУР

**Всеобщая ячеистость** – от Вселенной до микромира – с ее замкнутой поверхностью и объемом обусловлена существованием граничных систем. Как полагал М.А. Садовский, при выявлении блоковой структуры устанавливается изменение свойства среды на границе раздела. В таблице указаны главнейшие граничные элементы, обрамляющие ячеи.

Ключ к затронутым выше проблемам следует ис-

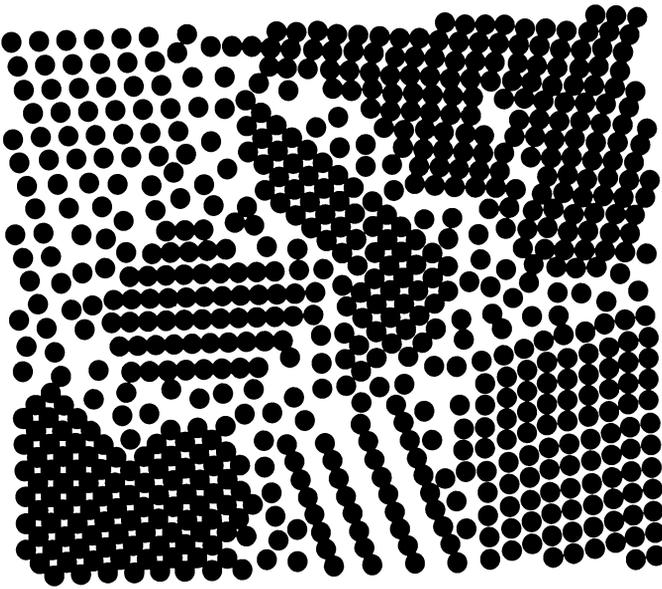


Схема структур нанокристаллического материала (по И.В. Золотухину, 1998). Видны межкуристаллические границы.

пластинчатость и, наконец, группирование.

Некоторые аналоги такого процесса можно отыскать в зарождении мега- и макроделимости Земли. Изначально в газопылевом облаке на основе всемирного тяготения образовалось сгущение, притягивающее окружающие частицы. Происходило объединение планетезималей в более крупные тела и дальнейшее неполное их перемешивание. Возникла **гравитационная неустойчивость**. Из образовавшегося (на 200–300 км выше границы ядро-мантия) неустойчивого слоя поднимались глубинные потоки вещества, изменявшиеся с приближением к литосфере в зависимости от их энергетического потенциала, массы и эффективной плавучести. Именно эти потоки, сформированные главным образом термальной конвекцией, со-

кать в изучении свойств среды, в которой формируется соответствующая решетчатость. Сам процесс ее образования происходит в обстановке самоорганизации вещества, заполняющего “соты” во Вселенной, а на Земле различные “плиты” и “блоки”. Эти структуры длительное время сохраняют свои формы, приобретенные в процессе эволюции. В дискретной обстановке природа сама воспроизво-

дит общую картину **разномасштабной делимости**.

Общие закономерности строения ячеек указывают на гомогенность исходной материи. Вначале Вселенная была почти гладкой с незначительной рябью. Но постепенно, вследствие эффекта гравитации, усиливались небольшие первичные флуктуации. Это вело к нелинейному взаимодействию возникающего структурирования: развивались волокнистость,

#### Граничные элементы, вычлняющие ячеек при соответствующей делимости

Гига- (ребра сот во Вселенной, по которым размещаются галактики)	Мега-	Макро-	Микро-	Нано-
Остывающий газ распадается на массы порядка масс галактик и на звезды внутри них.	Границы плит в Мировом океане и сейсмические пояса на окраинах континентов и активных транзиталей. Большая часть тектонических процессов с интенсивным обменом энергией действует на границах между плитами.	Межгеоблокотные системы (МГС), характеризующие дисбаланс между соседними геоблоками.	Разломы разного типа, зоны повышенной трещиноватости (близповерхностные и скрытые), нередко обнаруживаемые геофизическими методами.	Межкристаллические границы, зависящие от ориентировок соседних кристаллов.

здали сложный ячеистый облик тектоносферы с ее мега- и макроблоками.

Закономерность повторяется при анализе дислокационной структуры в металле при возрастающих степенях деформации. Как считает кристаллограф И.В. Золотухин, в начальной стадии пластической деформации образуется значительное количество дислокаций, равномерно распределенных по объему, и в итоге возникает четко выраженная ячеистая структура.

Нет сомнений, что каждый класс структур, принадлежащий определенной “сфере”, связан со своим энергетическим “полем”. Для всех структур ха-

рактерны автономность, самодостаточность, самоорганизация соответствующих ячеек, входящих в особые системы группирования. Отсюда, гига-, мега-, макро-, микро- и наноделимости лишь свидетельствуют об упорядоченности, гармонизации именно этого класса.

КОСМОГЕОНОМИЯ –  
НОВАЯ НАУКА?

Единство систем делимости делает очевидным значение внешнего космического (внеземного) воздействия на процессы в различных геосферах Земли. Можно говорить об **управляющей роли Космоса в геодинамике.**

Обзор систем делимости обобщил исследования этого процесса от Вселенной до микромира. Известно, что еще В.В. Белюсов предлагал назвать “геономией” единую геологическую науку, охватывающую все ее ветви. Сейчас очевидно, что освоение космического пространства, в первую очередь планет земной группы, а также всей Вселенной, – необходимая часть общей науки, которую, возможно, следует именовать “**космогеономией**”. В современных учебниках и методологических разработках уже намечены пути развития этой науки.

---

## Информация

---

### Самая далекая группа галактик

Один из самых интригующих вопросов астрономии – как и когда сформировались галактики из газа, выделившегося при Большом взрыве. Опорными точками при исследовании этой проблемы могут служить далекие радиогалактики. В их центральных областях происходят бурные процессы, возможно, вызванные массивными черными дырами. Такие процессы порождают радиоизлучение, которое на 5–10 порядков больше, чем Млечного Пути, и потому их можно обнаружить на расстояниях, соответствующих эпохе, когда Вселенная была еще очень моло-

да. Часто они размещаются в центрах плотно заселенных (“богатых”) скоплений галактик.

Можно предположить, что очень удаленные радиогалактики тоже окружены обычными галактиками, пока не обнаруженными. Чтобы проверить это предположение, астрономы Лейденской обсерватории (Нидерланды) совместно с коллегами из США и Германии провели наблюдения на Очень Большом Телескопе Европейской Южной Обсерватории. С помощью 8.2-м зеркала “Кьюйен” и прибора ФОРС-2 они обследовали окрестности нескольких радиогалактик. Самая далекая из них, TN J1338-1942, расположена на расстоянии 13.5 млрд. св. лет (красное смещение  $z = 4.1$ ). На первом из полученных снимков было обнаружено 28 галактик, которые могли бы оказаться соседними с TN J1338-1942. Оказалось также, что из самой радиогалактики истекает поток газа на рас-

стояние в 300 тыс. св. лет. Когда инструмент ФОРС-2 использовали в режиме спектрографа, получили спектры 23 из них. И, как выяснилось, 20 имели то же красное смещение, что и радиогалактика.

Спектры показали также, что галактики в группе движутся со скоростями порядка нескольких сот километров в секунду. Общая масса оценена в  $10^{15} M_{\odot}$ , что сопоставимо с массой богатых скоплений галактик. Размер группы не определен, но он превышает 10 млн. св. лет. Само существование подобной структуры указывает, что галактики начали формироваться группами уже на ранней стадии существования Вселенной, скорее всего, в первые 10% ее истории. Кроме того, наблюдения подтвердили, что существует тесная связь между зародышами богатых скоплений и яркими радиогалактиками.

ESO Press Release 07/02  
9 April 2002

## Странное ускорение “Пионеров”

Дж. АНДЕРСОН,  
Ф. ЛАИНГ,  
Э. ЛАУ,  
М. НЬЕТО,  
С. ТУРИШЕВ

АМС “Пионер-10” и “Пионер-11” (Земля и Вселенная, 1972, № 4; 1973, № 6; 1995, № 5; 1996, № 3; 1997, № 4; 1998, № 3; 2000, № 4; 2001, № 5), кажется, никогда не потеряют способности удивлять нас. Спустя 30 лет после запуска они продолжают снабжать нас информацией, включающей сведения о скорости космических зондов. Группа исследователей проанализировала полет “Пионеров” и сделала сенсационное открытие: скорость космических аппаратов возрастает без видимой причины.

Дж. Андерсон в 1991 г. опубликовал в журнале “The Planetary Report” статью, где отметил, что, судя по данным доплеровских измерений скоростей АМС “Пионер-10” и “Пионер-11”, десятая планета в Солнечной системе не обнаружена. Открытие многочисленных объектов пояса Койпера (Земля и Вселенная, 1999, № 5) за орбитой

Нептуна хотя и свидетельствует, что там вполне достаточно “строительного” материала, все же планеты с массой порядка земной или больше, по всей вероятности, нет.

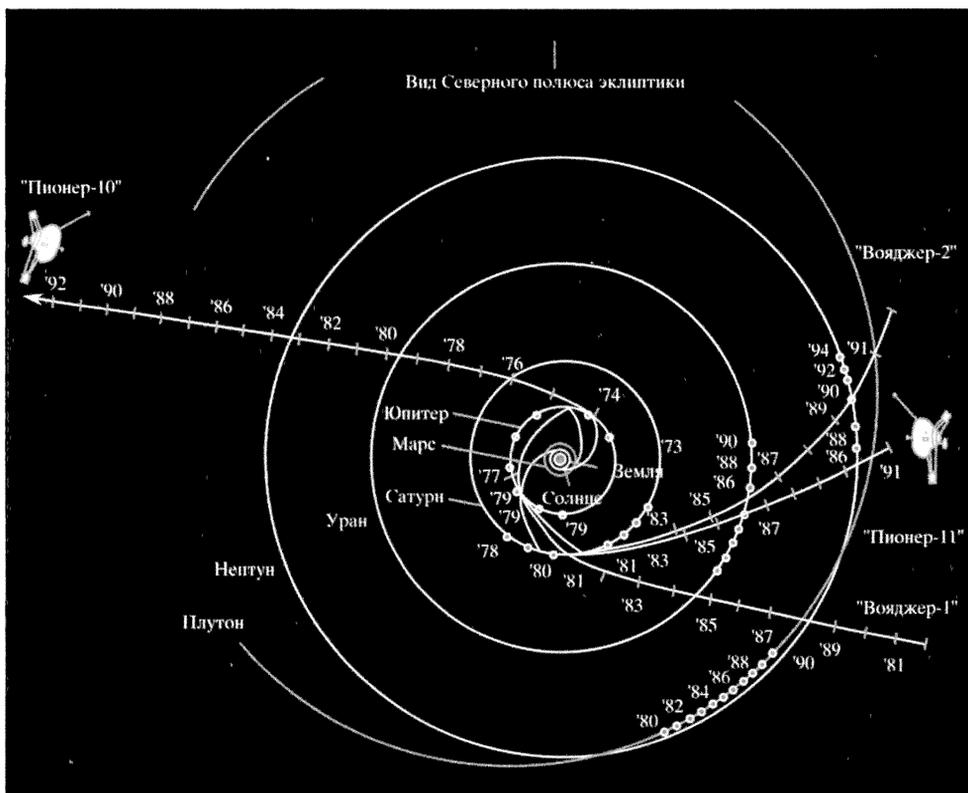
Астрономы еще в начале XX в. предполагали, учитывая некоторые особенности в движении Урана и Нептуна, что существует десятая планета. Однако в 1993 г. М. Стендиш из Лаборатории реактивного движения (США, штат Калифорния) показал, что вычисляемые траектории этих далеких планет вполне соответствуют наблюдениям.

Можно думать, что дальнейший анализ данных, полученных “Пионерами”, с целью поиска планеты X – пустая трата времени. Но это не так. В ходе работ мы заметили, что результаты доплеровских измерений не вполне соответствуют расчетным траекториям. Обнаруженное аномальное ускорение не-

возможно было объяснить ни погрешностями принятой модели Солнечной системы, ни влиянием дополнительной силы от планеты X или от чего-то еще. Когда теория расходится с экспериментом, ученые должны выяснить причину несоответствия. Поэтому мы продолжили изучение аномального ускорения.

Оказалось, что после учета всего, что влияет на результат, сохраняется остаточный доплеровский сдвиг частот, который может быть объяснен наличием аномального ускорения, направленного к Солнцу. Это интересный вывод для таких разных наук, как теоретическая физика и дальняя космическая навигация.

Напомним, что “Пионер-10” запущен 30 лет назад, 2 марта 1972 г., и 4 декабря 1973 г. пролетел вблизи Юпитера (в 140 тыс. км). Это была первая экспедиция к внеш-



Траектории полетов АМС "Пионер-10/11" и "Вояджер-1/2". Проекция на плоскость эклиптики. Рис. NASA.

ней планете. "Пионер-10" – первый космический зонд, покинувший пределы планетной системы, – в июне 1983 г. пересек орбиту Плутона. "Пионер-11" (запущен 6 апреля 1973 г.) посетил Юпитер (3 декабря 1974 г. пролетел на расстоянии 42 828 км от него) и Сатурн (1 сентября 1979 г., в 21 400 км). Однако повреждение его радиосистемы 1 октября 1990 г., на удалении 30 а.е. от Солнца, сделало невозможной генерацию коге-

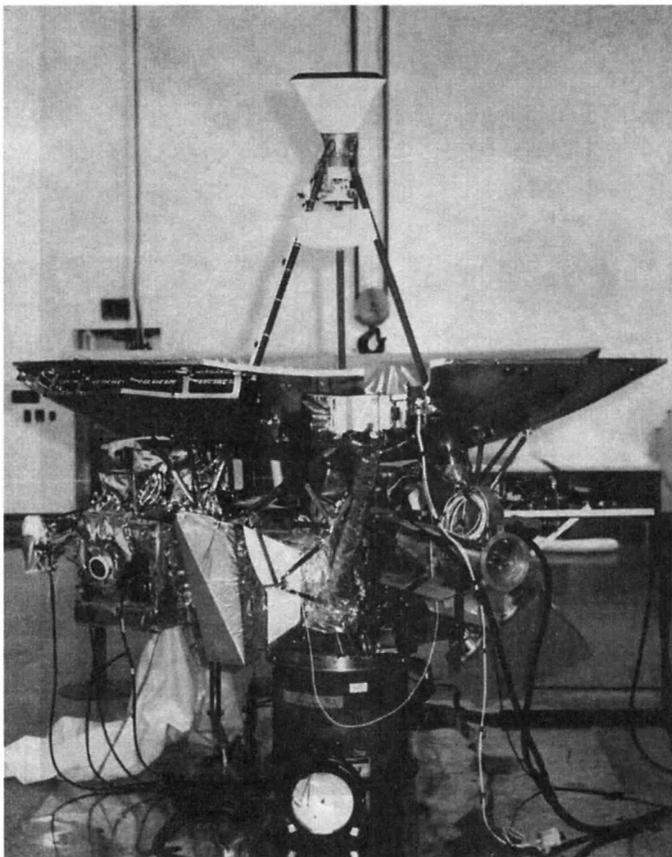
рентных доплеровских сигналов.

Миссия "Пионера-10" официально закончилась 31 марта 1997 г., когда аппарат удалился на расстояние 67 а.е. Однако его радиосистема продолжает действовать. Служба дальней космической связи (DSN – Deep Space Network) использует ее при тестировании своего оборудования, предназначенного для приема крайне слабых сигналов из космоса. Сотрудники программы SETI также используют "Пионер-10" для испытаний своих приемников, в том числе радиотелескопа в Аресибо (Пуэрто-Рико). Заметим, что мощность передатчика – 8 Вт, а расстояние до него – 67 а.е.

В ходе этих работ мы продолжаем получать данные для наших исследований.

Теперь скорость "Пионера-10" относительно Солнца равна 12.24 км/с. Он удалился от Земли на расстояние около 12 млрд. км и продолжает движение в направлении к красной звезде Альдебаран в Тельце. Радиосигнал от него идет примерно 11 ч 06 мин.

Негравитационные силы, действующие на космические аппараты, – обычное дело. К сожалению, они могут вызывать проблемы, как было в случае с "Марс Клаймит Орбитер" (Земля и Вселенная, 1999, № 3). Этот



Проверка систем "Пионера-10" перед запуском. Фото NASA.

аппарат сгорел в марсианской атмосфере из-за ошибки в расчете величини

тормозного импульса микродвигателей при работе системы ориентации.



Однако "Пионеры" много проще других аппаратов, включая АМС "Вояджер", "Галилео" и "Кассини". Два "Пионера" – свободно вращающиеся тела, у которых не работают системы контроля ориентации.

Негравитационные силы, влияющие на их полет, – давление солнечной радиации и реактивный эффект от термической и радиоэмиссии, генерируемых энергосистемой (радиоизотопный термоэлектрический генератор). С 1980 г., когда аппарат удалился на 20 а.е. от Солнца, вклад солнечной радиации в ускорение, направленное от Солнца, снизился до менее чем  $5 \times 10^{-8}$  см/с<sup>2</sup>. До пересечения с орбитой Юпитера влияние солнечной радиации еще чувствовалось в доплеровских данных, но после 20 а.е. практически исчезло. С этого момента мы начали понимать, что какая-то другая, непонятная сила действует на аппарат, вызывая постоянное ускорение, направленное к Солнцу.

После открытия странного ускорения двое из

Снимок звездного неба с участком Млечного Пути. В центре – созвездие Ориона, внизу – Сириус, в верхнем правом углу – Альдебаран в окружении звезд скопления Гиад. В направлении к Альдебарану летит АМС "Пионер-10". Снимок получен на обсерватории Ла Пальма (Канарские острова).

нас, Дж. Андерсон и Э. Лау, решили проследить за ним. Поскольку мы были уверены, что аномалия – навигационно-модельная ошибка, то этой задаче не придали значения. Мы ввели постоянную поправку в нашу модель доплеровского смещения, чтобы точнее вычислять траекторию. Ожидалось, что аномалия постепенно исчезнет. Этого не случилось.

В 1994 г. проблемой занялся М. Ньюто. Он готовил доклад о проверке сил гравитации для одного из симпозиумов и связался с Дж. Андерсоном, чтобы справиться, как выполняется закон Ньютона в межпланетном пространстве. И ощутил нечто вроде шока, когда получил ответ, что в наших экспериментах выявлена систематическая неувязка в  $8 \times 10^{-13}$  км/с<sup>2</sup>.

В это время проблемой занялся физик С. Туришев. Обсуждая ее с другими физиками и баллистиками (космонавигаторами), мы пришли к выводу, что, прежде чем ставить вопрос всерьез, нужно сопоставить наблюдения с иной, независимой компьютерной моделью движения космических зондов. К работе присоединились Ф. Лаинг и А. Лиу, создатели программы космической навигации для Аэроспейс Корпорейшн.

По программам Лаборатории реактивного движения и Аэроспейс Корпорейшн были проанализированы данные наблюде-

ний, полученных с января 1987 г. по июль 1995 г. После исключения всех возможных влияний на полет аппаратов осталось немоделируемое ускорение, присутствующее в движении аппаратов “Пионер”. Результат был опубликован в 1998 г. DSN в течение еще трех лет продолжала наблюдения, что позволило пополнить исследования.

Итак, наше заключение: после учета известных источников ошибок все еще остается аномальное ускорение  $(8.74 \pm 1.25) \times 10^{-8}$  см/с<sup>2</sup>, направленное к Солнцу. Мы подчеркиваем – известных, потому что должны признать: наиболее приемлемым объяснением остается некая систематическая ошибка, вызываемая самим аппаратом. Но ни мы и никто другой из специалистов по астронавтике и конструкции аппаратов не смогли ее найти. Так что надо полагать: пришло время подумать над теоретическими и прикладными следствиями эффекта, считая его реальным.

Было предложено множество объяснений, и некоторые из них можно воспринимать всерьез.

Высказано несколько гипотез, имеющих отношение к “новой физике”. Предложены механизмы: космологический, крупномасштабный, эффекты “гравитация – время”. Означает ли обнаруженное явление в движении “Пионеров” какой-либо мелко-

масштабный космологический феномен? Нужен детальный анализ проблемы, и мы намерееваемся его провести.

М. Милгром предлагает изменить наше классическое понимание инерции и создать новый вариант “модифицированной ньютоновой динамики”. В нем предполагается, что обычная сила тяготения на очень больших расстояниях уменьшается медленнее, чем по квадрату расстояния, и потому будет сильнее сказываться в областях, удаленных от Солнца.

В последнее время мы попытались найти подтверждение в информации о движении других космических аппаратов. К сожалению, “Вояджеры” продолжают инжектировать газ из систем стабилизации и пока непригодны для таких исследований. Мы проанализировали данные о полетах некоторых АМС, удалявшихся от Земли по гиперболе. Земное гравитационное поле хорошо изучено, что позволяет точно учесть его влияние. Когда все необходимые поправки были внесены, траекторные аномалии полета у “Галилео”, “NEAR” и “Кассини”, по-видимому, остались.

*Сокращенный перевод статьи “The Strange Acceleration of Pioneer 10 and 11” из журнала “The Planetary Report”, v. XXI, № 6, November/December 2001 выполнен В.А. Юревичем.*

*В феврале 2002 г. в Москве прошла научная конференция "SETI на пороге XXI века: Итоги и перспективы", посвященная 10-летию Научно-культурного центра SETI.*

*Выступая на ней с приветственным словом, заместитель главного редактора нашего журнала Е.П. Левитан напомнил, что статьи о SETI публиковались в "Земле и Вселенной" с № 1, 1965 г. в разных рубриках. С № 5, 2002 г. мы вводим новую рубрику "Проблемы SETI". Первая в этой рубрике – статья Л.М. Гиндилиса, автора многих публикаций по этой тематике за 38 лет существования журнала.*

*В сентябре Льву Мироновичу исполнилось 70 лет. Редколлегия и редакция журнала сердечно поздравляют Льва Мироновича и желают ему многих лет плодотворной деятельности.*

## **Сигнал отправлен: первое детское радиопослание внеземным цивилизациям**

Л. М. ГИНДИЛИС,  
кандидат физико-математических наук  
ГАИШ МГУ

---

В конце августа – начале сентября 2001 г. из Национального центра управления и испытания космических средств Украины (бывший Центр дальней космической связи СССР) вблизи Евпатории с помощью мощного передатчика 6-см диапазона, установленного на 70-м антенне П-2500, отправлено первое радиопослание к звездам от детей Земли. Сценарий передачи состоялись 29 августа, 3 и 4 сен-

тября. В качестве звезд-адресатов были выбраны 6 звезд солнечного типа в созвездиях Дельфина, Близнецов, Большой Медведицы, Девы, Дракона и Гидры: HD 197076, HD 50692, HD 95128 (47 Большой Медведицы), HD 126053, HD 193664, HD 76151. Послание включает музыкальную часть, рисунок-эмблему и текст на русском и английском языках, а также словарь образов. Работа выполнялась в рамках Москов-

ского открытого проекта "Здравствуй, Галактика!". Головная организация – Московский городской дворец детского и юношеского творчества при научной консультации НКЦ SETI. Передача осуществлена специалистами ИРЭ РАН, РНИИ КП и НЦУИКС Украины.

С ЧЕГО ВСЕ НАЧАЛОСЬ

В начале 2000 г. в Московском городском дворце детского и юношеского

творчества (МГДДЮТ) проходила подготовка к международной конференции "Дети Европы на пороге XXI века". Заведующий отделом астрономии и космонавтики МГДДЮТ Б.Г. Пшеничнер предложил включить в работу конференции подготовку детского радиопослания внеземным цивилизациям. Идея была поддержана педагогическим советом отдела, а затем оргкомитетом конференции.

Надо думать, идея возникла не случайно. В начале 90-х гг. в отделе астрономии и космонавтики в течение нескольких лет работал учебно-научный семинар по проблеме внеземных цивилизаций, организованный Научно-культурным центром SETI (руководитель Л.М. Гиндилис), затем начал работать клуб "Космос и человек" (руководитель И.А. Феодулова), в котором тематика внеземных цивилизаций занимала видное место. Отдел астрономии и космонавтики выступил одним из учредителей Детского центра SETI (как филиала НКЦ SETI). В конце 90-х была предпринята попытка организовать игру по приему радиосигналов ВЦ, в которой одна часть ребят инициировала прием сигналов в виде помех, появившихся при работе на компьютерах, а другая, ничего не зная об этом, должна была догадаться, что это разумные сигналы, и попытаться расшифровать их. Так что почва для идеи направить *настоящее* радиопослание ВЦ готовилась в течение ряда лет.

По мысли инициаторов, работа над Посланием давала возможность участникам посмотреть на нашу планету как бы со стороны, задуматься о состоянии нашей цивилизации на рубеже веков, о будущем человечества и своей ответственности за судьбу Земли.

В отделе астрономии и космонавтики была создана инициативная группа из учащихся, в которую вошли: Вячеслав Авдеев, Анатолий Аникеев, Татьяна Аникеева, Андрей Гутионтов, Егор Киселев, Виктория Путьаньш, Владимир Филиппов. Группа работала под руководством Б.Г. Пшеничнера и И.А. Феодуловой. Для консультаций через НКЦ SETI были привлечены сотрудники научных учреждений: Л.М. Гиндилис (ГАИШ), А.Л. Зайцев (ИРЭ РАН), Н.Т. Петрович (МГТУСИ) и Л.Н. Филиппова (НКЦ SETI).

Инициативная группа подготовила первый вариант Послания, который обсуждался на секции "Послание внеземным цивилизациям" в рамках конференции "Дети Европы на пороге XXI века", проходившей в Москве в июле 2000 г. Уже в этом, первом варианте определены основная структура и содержание Послания, впоследствии уточненные и доработанные. По предложению инициативной группы Послание включало музыкальную часть, рисунок-эмблему, текстовое сообщение и описание некоторых игр. Содержание музыкальной части предложили Е. Киселев и В. Фи-

липпов, они же разработали рисунок-эмблему.

Идея использовать музыку и игры в обмене информацией между космическими цивилизациями принадлежит известному советскому астрофизику В.Ф. Шварцману. Он считал, что алгоритм игр позволяет сделать важные выводы о функционировании нашего мозга, а музыка может поведать высоко развитой цивилизации об устройстве человеческой психики много больше, чем данные нейрофизиологии. Развивая идеи В.Ф. Шварцмана, А.Л. Зайцев предложил использовать при передаче музыки уникальный музыкальный инструмент – терменвокс. Он был изобретен замечательным ученым и инженером Л.С. Терменом в 1918 г. Прибор представляет собой два идентичных автогенератора – опорный и управляемый плавным движением руки исполнителя. Разностная частота генератора и есть рождаемая мелодия. Терменвокс генерирует узкополосный квазисинусоидальный сигнал с гладкой частотной модуляцией без разрывов фазы при смене частоты, что делает его оптимальным для обнаружения и выделения из шумов космоса. Для излучения в космическое пространство по радиоканалу сигнал терменвокса необходимо просто перевести вверх по частоте в соответствующий частотный диапазон.

Идея Послания, его концепция и состав одобрены на пленарном заседании конференции. Было решено продолжить рабо-

ту над Посланием и привлечь к ней новых участников.

#### МОСКОВСКИЙ ОТКРЫТЫЙ ПРОЕКТ "ЗДРАВСТВУЙ, ГАЛАКТИКА!"

В сентябре 2000 г. работа над Посланием была продолжена. Кроме московских ребят, к ней подключились учащиеся из Калуги под руководством педагога А.А. Борисовой, коллектив юных астрономов из г. Зеленогорска Красноярского края под руководством С.Е. Гурьянова, ребята из коллектива "Альбиорео" Дворца детского творчества г. Воронежа. Многие ребята прислали свои предложения, особенно по текстовой части Послания, по почте, а также через Интернет. Всего проявили инициативу около 1000 учащихся из Москвы и других городов России, из Белоруссии и с Украины. Систематически над Посланием работало несколько десятков учащихся. Проект был поддержан Правительством Москвы, и поскольку в нем приняли участие представители других регионов, он получил рабочее название "Московский открытый проект: первое детское послание внеземным цивилизациям".

Для руководства и координации этой деятельности в Москве была образована рабочая группа из детей и взрослых. В нее вошли учащиеся: А. Аникеева, А. Аникеев, В. Белокопытова, Д. Ильин, М. Казаков, Е. Киселев, Д. Михайлова, Д. Петухова, И. Сергеев, С. Скрыбин, В. Филип-

пов. Из взрослых: Б.Г. Пшеничнер (руководитель проекта), И.А. Феодулова (координатор проекта), А.Л. Зайцев (научный руководитель), С.П. Игнатов (технический руководитель), Л.М. Гиндилис (главный научный консультант), консультанты – Е.В. Казаков, Л.Н. Филиппова, С.П. Яценко. Позднее к рабочей группе подключился известный специалист по космической связи профессор Н.Т. Петрович.

В апреле 2001 г. в МГДДЮТ, в рамках ежегодной конференции "Космический патруль", работала секция "Поиски внеземного разума", на которой были подведены итоги работы над Посланием. В предварительных обсуждениях (включая письма и Интернет) предложены варианты названия проекта: *Зов Земли; Здравствуй, Галактика!; Привет; МИР (Мы Ищем Разум); КОСМОМОСТ (Космический Мост); ДРУГ (Детское Радиопослание Услышь Галактика); Вместе.* Остановились на названии "Здравствуй, Галактика!". Тогда же было решено посвятить проект началу III тысячелетия и 40-летию полета Ю.А. Гагарина. Передачу Послания наметили на август 2001 г.

#### ШАГИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

С самого начала планировалось осуществить передачу Послания с помощью мощного планетного радиолокатора, установленного на 70-м антенне П-2500 в Евпатории. Очень

удачно, что один из активных участников проекта А.Л. Зайцев, главный научный сотрудник ИРЭ РАН, имел доступ к этой аппаратуре и опыт работы на ней. Но для реализации проекта необходимо было заручиться поддержкой научных организаций. Проект поддержали Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга, Научный совет по астрономии РАН, Российская академия космонавтики им. К.Э. Циолковского, Российское авиационно-космическое агентство, Национальное космическое агентство Украины. В реализации проекта приняли участие ГАИШ, Научно-культурный центр SETI, Институт радиотехники и электроники РАН, Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения (РНИИКП), Институт прикладной астрономии РАН, Радиоастрономический институт Национальной академии наук Украины, Национальный центр управления и испытания космических средств Украины. При финансовой поддержке Правительства Москвы был заключен договор с РНИИКП, основным разработчиком Евпаторийского комплекса, который обеспечивал техническую сторону проекта. От РНИИКП все дела, включая связь с украинской стороной, вел С.П. Игнатов.

В июне было подписано Техническое задание на проведение сеансов радиопередачи. Структурно сигнал состоит из следующих частей: 1) зондирую-

щий сигнал – несущая частота 5010.024 МГц с доплеровской поправкой на движение Земли; 2) аналоговый сигнал (терменвокс-концерт); 3) цифровая информация (рисунок-эмблема, словесный текст и “словарь”). Такая трехсекционная структура была предложена А.Л. Зайцевым. Отдельные части Послания разделены минутной паузой, а внутри цифровой части используются паузы длительностью в 1 с. Во время пауз передается зондирующий сигнал (несущая). Длительность пауз указывает на принятые на Земле единицы измерения времени.

Для передачи цифрового сигнала двоичным кодом используется частотная манипуляция: “0” соответствует  $f_0 - \Delta f_0$ , “1” соответствует  $f_0 + \Delta f_0$  ( $f_0$  – несущая частота,  $\Delta f_0$  – девиация несущей, равная 24 кГц). Фактически в цифровом массиве с учетом пауз использовался не двоичный, а троичный код, “паузе” соответствовало число “2”.

Для передачи “картинок” использовалась развертка изображения (как в Послании Аресибо), но с равным числом строк и столбцов. Каждая из десяти частей эмблемы содержала  $101 \times 101$  двоичный элемент, а вся эмблема в сборе –  $307 \times 307$  двоичных элементов. Текст также передавался в виде картинки с квадратной разверткой  $307 \times 307$ . Словарь образов содержал 12 элементов, каждый из которых передавался в виде картинки с разверткой  $101 \times 101$ .

Общий объем информации – 648 220 бит. Предусматривалась скорость передачи информации 100 бит/с. Это давало возможность при мощности передатчика 150 кВт и площади передающей антенны 2500 м<sup>2</sup> обеспечить уверенный прием (с отношением сигнал/шум порядка 30) на расстоянии до 70 св. лет с помощью приемной системы типа SKA (Square Kilometre Array) площадью 10<sup>6</sup> м<sup>2</sup>.

Время, потребное на передачу цифровой информации (с учетом всех пауз), составляло 108 мин. Длительность зондирующего сигнала – 10 мин, длительность музыкальной части – 15 мин. Итого полная длительность передачи – 133 мин на одну звезду. Из-за недостатка средств длительность облучения отдельных звезд пришлось уменьшить (не сокращая объем послания), что потребовало увеличить скорость передачи информации и соответственно предъявляло более высокие требования к приемной аппаратуре.

Цифровые данные представлялись в формате бинарного файла Message.txt, содержащего ASCII-символы “0”, “1”, “2” (без символов “конец строки” и “перевод каретки”). Вся работа по кодировке цифрового сигнала выполнена под руководством Е.В. Казакова.

Важным направлением в подготовке эксперимента был выбор звезд-адресатов. Этим занимались две группы ребят – из Москвы (руководитель Л.Н. Филиппова) и Зеленогорска Красноярского края

(руководитель С.Е. Гурьянов). При отборе использовались следующие критерии:

- звезда должна принадлежать главной последовательности и иметь постоянную светимость, близкую к светимости Солнца (от 0.6 до 2.1  $L_{\odot}$ ), что соответствует спектральным классам F7V–G8V;

- возраст звезды (время, прожитое на главной последовательности) – в пределах 4–7 млрд. лет;

- расстояние до звезды в пределах расчетной дальности обнаружения – 70–100 св. лет;

- исключались высокоскоростные звезды, имеющие лучевые скорости 50 км/с и выше;

- предпочтение отдавалось одиночным звездам, но не исключались визуально-двойные, у которых разделение компонент превышает размеры Солнечной системы;

- для звезд с экзопланетами предпочтение отдавалось тем, у которых орбиты планет лежат в пределах (или вблизи) расчетной экосферы и имеют эксцентриситет не более 0.2;

- звезда должна быть доступна для наблюдений из пункта отправления и из Москвы.

Кроме того, принималась во внимание близость звезды к некоторым выделенным направлениям: эклиптики, центр (или антицентр) Галактики и др.

В соответствии с этими критериями было проанализировано около 10 000 звезд в радиусе 25 пк, из которых выбраны 17 звезд

Таблица 1

Звезда	HD 197076	HD 50692	HD 95128	HD 126053	HD 76151	HD 193664
Созвездие	Дельфин	Близнецы	Бол. Медв.	Дева	Гидра	Дракон
Расстояние, св. лет	68.5	56.4	45.9	57.4	55.8	57.4
Спектр. класс	G5V	G0V	G1V	G1V	G2V	G3V
Возраст, млрд. лет	5.0–5.7	5.0–5.5	5.0–6.9	5.0–5.7	5.1	4.0–4.7

Таблица 2

Сеанс	1	2	3	4	5	6
Дата 2001 г.	Август 29	Сент. 3	Сент. 3	Сент. 3	Сент. 4	Сент. 4
Звезда	HD 197076	HD 50692	HD 95128	HD 126053	HD 76151	HD 193664
Начало UI + 3	21:00	10:30	11:30	12:55	10:50	11:50
Конец UI + 3	23:17	11:15	12:18	13:27	11:40	12:42
Мощность, кВт	126	96	96	96	96	96
Скорость, бит/с	100	500	500	500	500	500

и составлены четыре списка, по четырем приоритетам. В список первого приоритета вошли 7 звезд. К 6 из них было направлено Послание. Характеристики этих звезд приведены в таблице 1.

#### НА БЕРЕГУ ЧЕРНОГО МОРЯ

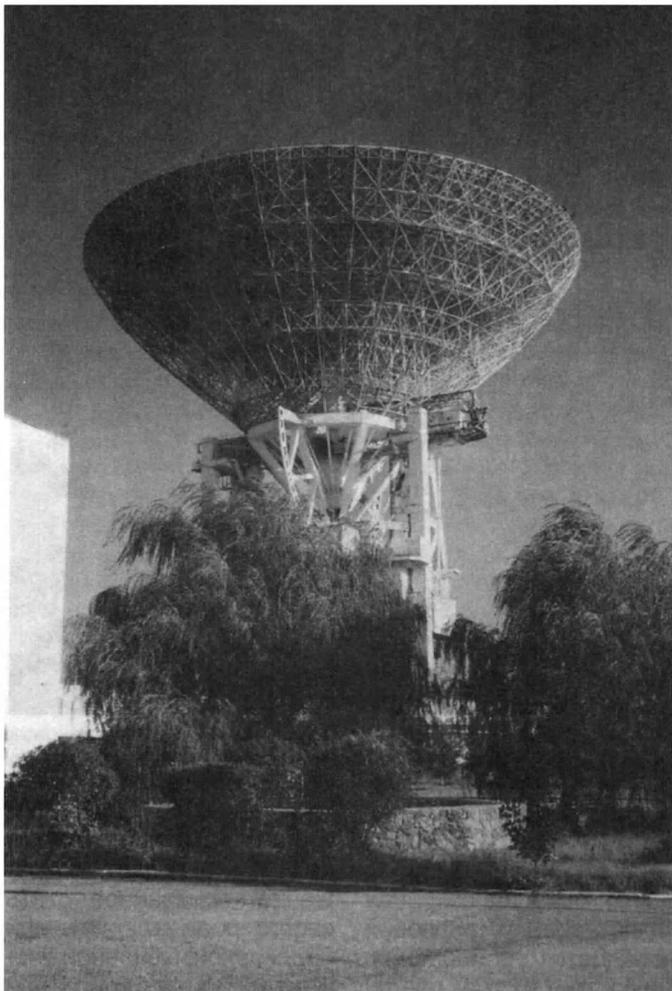
27 августа учащиеся из Москвы (20 человек) вместе с педагогами и учеными – консультантами проекта – прибыли в Евпаторию. Здесь к ним присоединились участники из Калуги, Красноярского края и Воронежа, а позднее и с Украины. Участников разместили в детском лагере “Парус”, принадлежащем НЦУИКС. На следующее утро состоялось торжественное открытие лагеря с выносом Знамени Проекта, изготовленного в МГДДЮТ. В основу его положен “Флаг Земли”, который вывешивали в Огай-

ской радиообсерватории, когда там проходили сеансы SETI (Земля и Вселенная, 1982, № 4). Но в композицию были внесены изменения, соответствующие характеру нашего проекта. Таким образом, обеспечивалось сочетание ответственности и специфики. Знамя сопровождало участников повсюду: на занятиях, во время сеансов передачи и других мероприятий.

С 28 августа по 5 сентября работала школа-семинар. Ребята заслушали лекции специалистов по различным аспектам проблемы SETI и приняли активное участие в обсуждении планов будущих посланий. Были проведены творческие мероприятия: “Здравствуй, Галактика!” (художественная программа, посвященная первому сеансу отправки Послания к ВЦ), “Контакт”, “Человек, как звезда, рождается”, а

также конкурс идей для новой программы Проекта. Состоялись экскурсии в Национальный центр управления и испытания космических систем Украины, в Крымскую астрофизическую обсерваторию и на Южную станцию ГАИШ, а также в города Бахчисарай и Евпаторию. Погода стояла хорошая, удалось искупаться в Черном море.

Первый сеанс состоялся 29 августа: отправлено послание к звезде HD 197 076 (созвездие Дельфина). 3 сентября отправлен сигнал к трем звездам: HD 50 692 (созвездие Близнецов); HD 95 128 (47 Большой Медведицы), любопытно, что у нее незадолго до начала выполнения нашей программы была обнаружена вторая планета, обращающаяся вокруг звезды по почти круговой орбите на расстоянии около 2 а.е; и наконец к звезде HD 126 053 (созвездие Де-



*Радиотелескоп РТ-70, с помощью которого было осуществлено послание к звездам.*

запись на аудиокассету в исполнении тех же музыкантов.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАДИОПОСЛАНИЯ

##### ***Рисунок-эмблема***

Напомним принцип построения Радиопослания Аресибо (Земля и Вселенная, 1975, № 4). Оно было отправлено 16 ноября 1974 г. с помощью 300-м радиотелескопа и содержало 1679 двоичных единиц информации. Число 1679 представляет собой произведение двух простых чисел 23 и 73. Если применить “телевизионную” развертку изображения, состоящую из 73 строк по 23 элемента в каждой строке, и изображать “0” черным квадратиком, а “1” – белым, то получим рисунок, содержащий передаваемую информацию. В верхнем ряду двоичным кодом изображались числа натурального ряда от 1 до 10. Во втором ряду – метки чисел, в третьем – числа: 1, 6, 7, 8, 15. Это атомные номера водорода, углерода, азота, кислорода и фосфора – химических элементов, составляющих основу земной жизни. Далее таким же путем (т.е. с использованием элементов догадки) приводились сведения об основных блоках биохимии, даются изображение спирали ДНК, изображение человека,

вы). В тот же день отправили тестирующий сигнал на спутник “Эталон-1”, отраженное от него излучение было зарегистрировано с помощью 32-м радиотелескопа ИПА РАН в пос. Светлое под Санкт-Петербургом и 32-м антенны на станции Медицини в Италии. В этот день несколько ребят из Москвы, а также представители из Калуги, Красноярского края и Воронежа присутствовали при передаче и нажимали управляющую кнопку. 4 сентября направлен сиг-

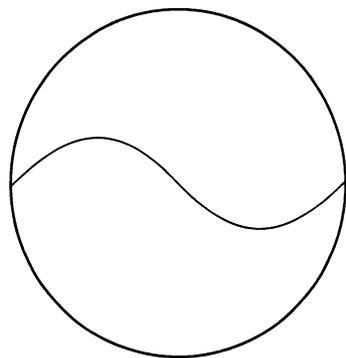
нал еще к двум звездам: HD 76 151 (созвездие Гидры) и HD 193 664 (созвездие Дракона). Параметры передачи приведены в таблице 2.

При передаче музыкальной части послания музыканты Яна Аксенова и Антон Керченко исполняли терменвокс-концерт в реальном времени, при этом сигнал поступал в передающее устройство непосредственно с выхода терменвокса. По техническим причинам в некоторых сеансах использовалась



*Участники проекта у пилона радиотелескопа.*

схема Солнечной системы с выделенной 3-й планетой. А внизу картинка помещена схема радиотелескопа Аресибо. Аналогичный принцип использовался и в Евпаторийском послании 1999 г. по проекту "Cosmic Call" (Земля и Вселенная, 2000, № 5). Оно состояло из 23 страниц, каж-



дая из которых представляет собой последовательность 16 129 ( $127 \times 127$ ) двоичных символов.

Этот принцип сохранен и в построении цифровой части Детского послания. Она состоит из трех разделов с 60-с паузами между ними. Первый раздел позволяет построить рисунок-эмблему Послания, второй дает изображение текста, а третий – изображение образов, играющих роль подсказки для понимания текста.

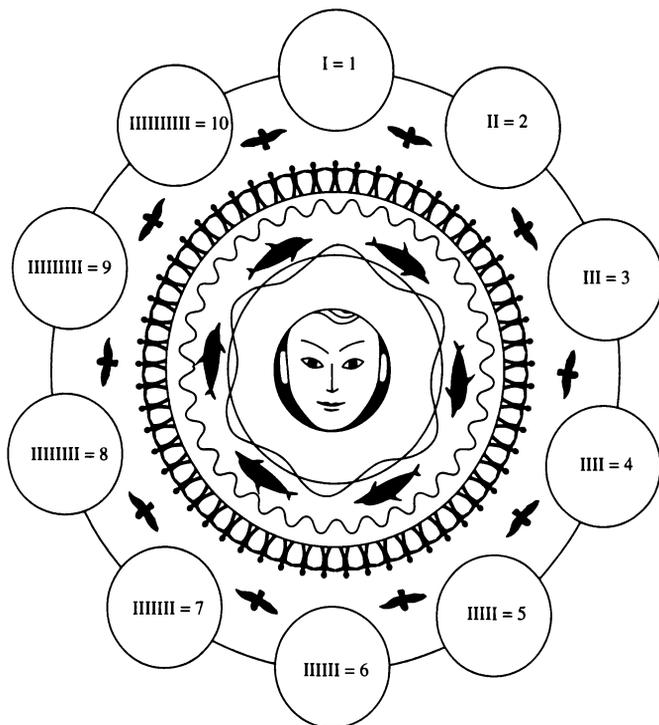
Первый раздел, в свою очередь, состоит из 13 фраг-

*Ключ-подсказка к рисунку-эмблеме – круг с вписанной синусоидой. "Длина волны" синусоиды и, следовательно, диаметр круга, в который она вписана, изображают в условном масштабе длину волны Евпаторийского локатора 6 см.*

ментов. Начальный фрагмент содержит 10 201 бит и при квадратной развертке ( $101 \times 101$ ) дает изображение, призванное стать своего рода ключом, или подсказкой. Основной элемент его – круг с вписанной синусоидой. Получатели должны догадаться, что "длина волны" синусоиды и, следовательно, диаметр круга, в который она вписана, изображают в условном масштабе длину волны Евпаторийского локатора 6 см.

Второй фрагмент, отделенный от первого 60-с интервалом, содержит 94 249 двоичных элементов информации. При квадратной развертке ( $307 \times 307$ ) он дает схему сборки эмблемы. В ее построении использованы значение длины волны Евпаторийского передатчика 6 см и преоб-

Схема сборки эмблемы. Центральная часть представляет лицо человека-землянина, помещенное в круг диаметром 6 см (в принятом условном масштабе). На следующий круг наложена волнообразная линия, длина волны которой тоже 6 см. Внешнюю окружность окаймляют 10 кружков того же диаметра. В сочетании с начальным фрагментом, где показана синусоида, вписанная в круг такого же диаметра, это еще раз указывает на несущую волну. Так задается масштаб для определения других линейных величин. Третья окружность, на которой изображены символические фигурки человечков, – образ поверхности планеты, где обитает человечество. Диаметр ее 18 см, что соответствует длине волны радиолиний гидроксила ОН. Если количество человечков (54) разделить на 3, то вновь получится число 18. Это указывает на его важность в структуре Послания. Если получатели догадываются, что это длина волны линии гидроксила в наших единицах, они смогут установить соотношение между единицами длины в своей и нашей системах. Под хороводом человечков изображена волнистая линия, длина волны ее 1.35 см, что равно длине волны радиолинии воды. Это указывает на воду как на важный элемент жизни на Земле и свидетельствует о существовании на Земле гидросферы, обитатели которой символически представлены фигурками дельфинов.



нов. Над поверхностью Земли изображены обитатели атмосферы (птицы), и так дается представление о пригодности воздушной среды планеты для жизни. Число кружков на внешней окружности символизирует десятичную систему счисления, принятую на Земле. Вверху каждого кружка имеются вертикальные палочки I, II, III... – символы чисел натурального ряда.

После каждого такого числа стоит знак "=", а за ним цифры 1, 2, 3, 4...10. Легко догадаться, что общий для всех знак "=" означает соотношение равенства, а стоящие за ним символы – обозначение натуральных чисел в принятой на Земле системе счисления. Последнее число – двузначное, это указывает на то, что у нас принята десятичная система счисления.

разование частоты волны с фактором 3 как целочисленной части числа  $\pi$ .

Центральная часть эмблемы представляет собой лицо человека-землянина, помещенное в круг диаметром 6 см (в принятом условном масштабе), что равно несущей длине волны, которая уже известна получателю. На следующий круг наложена волнообразная линия, длина волны которой в том же мас-

штабе равна 6 см. Внешнюю окружность окаймляют 10 кружков того же диаметра. В сочетании с начальным фрагментом, где показана синусоида, вписанная в круг такого же диаметра, это еще раз настойчиво указывает на несущую волну. Таким образом задается масштаб для определения других линейных величин.

Третья окружность, на которой изображены сим-

волические фигурки человечков, представляет собой образ поверхности планеты, где обитает человечество. Диаметр ее втрое превышает диаметр первой окружности и равен 18 см, что соответствует длине волны радиолиний гидроксила ОН. Если количество человечков (54) разделить на 3, то вновь получится число 18. Это указывает на его важность в структуре Посла-

ния. Если получатели догадаются, что это длина волны линии гидроксила в наших единицах, они смогут установить соотношение между единицами длины в своей и нашей системах. Под хороводом человечков изображена волнистая линия, длина волны ее 1.35 см, что равно длине волны радиолинии воды и, следовательно, указывает на воду как важный элемент жизни на Земле. Кроме того, по мысли составителей эмблемы, это свидетельствует о существовании на Земле гидросферы, обитатели которой символически представлены фигурами дельфинов. Над поверхностью Земли изображены обитатели атмосферы (птицы), и тем самым дается представление о пригодности воздушной среды планеты для жизни.

Число кружков на внешней окружности символизирует десятичную систему счисления, принятую на Земле. Можно полагать, что глубокое значение числа 10 (декада), раскрываемое в пифагорейской математике, известно инопланетянам. Вверху каждого кружка имеются вертикальные палочки I, II, III... Нетрудно понять, что это метки чисел натурального ряда. После каждого такого числа стоит знак "=", а за ним цифры 1, 2, 3, 4...10. Легко догадаться, что общий для всех знак "=" означает соотношение равенства, а стоящие за ним символы – обозначение натуральных чисел в принятой на Земле системе счисления. Последнее число – двузначное, это указывает на

то, что у нас принята десятичная система счисления.

Далее следует серия из 10 фрагментов, отделенных от предыдущего и друг от друга секундными паузами. Каждый содержит 10 201 двоичный знак и с помощью квадратной развертки (101 × 101) дает изображение кружка диаметром 6 см. Получаем 10 пронумерованных кружков, рисунки в которых несут информацию о Космосе, Земле и человеке, а также о некоторых сферах человеческой деятельности.

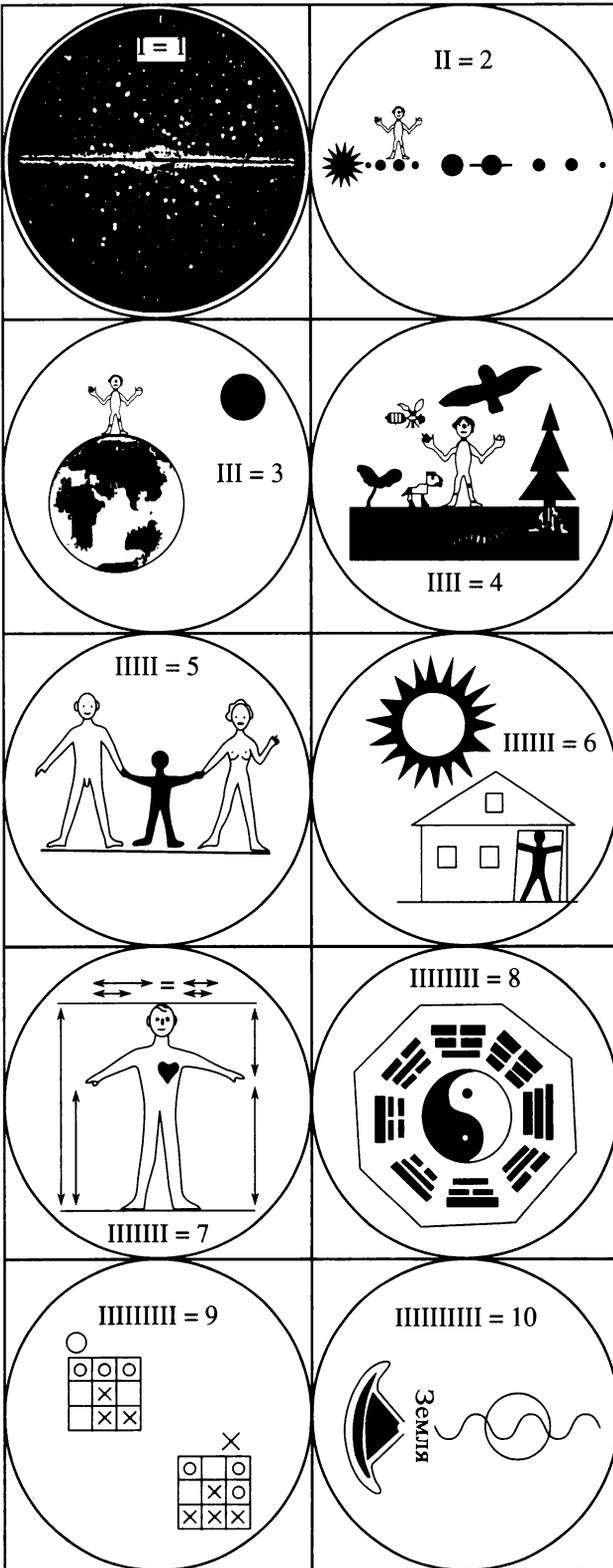
На первом кружке изображено, как выглядела бы наша Галактика при наблюдении с "ребра"; стрелкой показано положение Солнечной системы в Галактике. На втором кружке – схема Солнечной системы; фигурка человечка на третьей планете указывает, что Послание пришло оттуда. Сама планета изображена на третьем кружке. Видны очертания материков и Мирового океана. Фигурка человека на одном из материков показывает, что люди обитают на суше. На том же кружке виден естественный спутник Земли – Луна. На четвертом кружке схематически показана жизнь на Земле: основные ее царства – растений и животных, а также человек. Пятый кружок воспроизводит известную "космограмму Дрейка", здесь изображена человеческая семья – "папа, мама и я". Показано, что семья двуначальна. В отличие от космограммы Дрейка, фигурка ребенка выделена – символ того факта, что данное Посла-

ние исходит от детей. Некоторые люди, ознакомившиеся с эмблемой, недоумевали: почему у белых родителей черный ребенок. Но мы думаем, что инопланетян это волновать не будет. На шестом кружке изображен земной дом; он находится на одном диаметре с кружком, где изображена Галактика – наш Космический Дом. Седьмой кружок изображает человеческое тело в пропорциях золотого сечения. На фигурке выделено сердце как главный орган человека, средоточие его организма. В центре восьмого кружка изображен древнейший космогонический символ из китайской "Книги перемен" – знак Ян и Инь, а черточки вокруг него – 8 основных триграмм, символизирующих жизненный цикл. Включение этого символа в эмблему, по мнению ее авторов Владимира Филиппова и Егора Киселева, помимо философского содержания демонстрирует нашу дань уважения к древности, к ценностям иных культур, что должно быть очень важным при межзвездных контактах. На девятом кружке изображена игра в "крестики и нолики" – это тоже часть человеческой культуры. На рисунке видны два возможных исхода игры: победа ноликов и победа крестиков. Простота игры подчеркивает, что в нее играют дети. Десятый кружок посвящен технике; из множества технических достижений выбран радиотелескоп, т.к. с его помощью осуществлена передача Послания.

Наконец, последний фрагмент первого раздела, содержащий 94 249 бит информации, дает изображение эмблемы в сборе.

Элементы эмблемы – 10 кружков, рисунки в которых несут информацию о Космосе, Земле и человеке, а также о некоторых сферах человеческой деятельности.

На первом кружке изображено, как выглядела бы наша Галактика при наблюдении с "ребра"; стрелкой показано положение Солнечной системы в Галактике. На втором – схема Солнечной системы; фигурка человечка на третьей планете указывает, что Послание пришло оттуда. Сама планета изображена на третьем кружке. Видны очертания материков и мирового океана. Фигурка человека на одном из материков показывает, что люди обитают на суше. На том же кружке виден естественный спутник Земли – Луна. На четвертом кружке схематически показана жизнь на Земле: основные ее царства – растений и животных, а также человек. Пятый кружок воспроизводит известную "космограмму Дрейка". Здесь изображена человеческая семья – "папа, мама и я". Показано, что семья двуначальна. На шестом кружке изображен земной дом; он находится на одном диаметре с кружком, где изображена Галактика – наш Космический Дом. Седьмой кружок изображает человеческое тело в пропорциях золотого сечения. На фигурке выделено сердце как главный орган человека. В центре восьмого кружка изображен древнейший космогонический символ из китайской "Книги перемен" – знак Ян и Инь, а черточки вокруг него – 8 основных триграмм, символизирующих жизненный цикл. На девятом кружке изображена игра в "крестики и нолики" – тоже часть человеческой культуры. Простота игры подчеркивает, что в нее играют дети. Десятый кружок посвящен технике; из множества технических достижений выбран радиотелескоп, т.к. с его помощью осуществлена передача Послания.



Текст Послания передается также в виде рисунка. После передачи эмблемы следует 60-с пауза, за которой идут три фрагмента, разделенные секундными интервалами. Первый и последний фрагменты, содержащие по 94 242 бита, дают изображение письменного текста Послания на русском и английском языках, а средний фрагмент (10 201 бит) изображает знак "=", уже знакомый получателям.

В разработке текста приняли участие многие школьники, приславшие свои предложения через Интернет. Окончательный текст был составлен Антониной Аникеевой при участии Дарьи Петуховой, Дарьи Михайловой, Елены Мамоновой и Екатерины Карцевой. Первоначально он составлял 1.5 страницы А-4, набранные кеглем 12. Однако он не уместился в заданные параметры (требовал слишком большого времени передачи), и его пришлось существенно сократить.

Разумеется, инопланетяне не поймут содержание текста, т.к. не знают ни русского, ни английского языков. Но, изучая полученное изображение, они смогут установить, что оно состоит из символов (букв алфавита), которые сочетаются между собой, следуя определенным статистическим закономерностям. Значит, странный "рисунок" представляет собой некий организованный "текст". С помощью знаков "пробел", "точка" и "крас-

ная строка" они, вероятно, поймут, что "текст" разделяется на "слова", "предложения" и "абзацы", т.е. смогут установить некоторые структурные закономерности письменных земных текстов. Знак равенства между двумя текстами указывает на то, что они имеют нечто общее, более того, они в чем-то равны (тождественны) между собой. Что же это за общий элемент обоих текстов? Очевидно, это смысл, содержание текста. Некоторый намек на содержание можно получить, изучая словарь понятий-образов, который дается в третьем разделе цифровой части Послания.

#### *Словарь понятий-образов*

Этот раздел состоит из 12 фрагментов, разделенных секундными паузами. Фрагменты содержат 10 201 (101 × 101) бит и после развертки дают 12 изображений. Каждое представляет собой фрагмент эмблемы и подпись под ним. Знак равенства между ними указывает, что соответствующие понятия в обоих текстах совпадают. Ясно также, что эти совпадающие понятия имеют отношение к изображениям, под которыми они написаны. Идея использовать слова-образы принадлежит Б.Г. Пшеничнеру, а реализована она была Анатолием Аникеевым. Слова-образы служат дополнительной подсказкой: два фрагмента предыдущего раздела представляют один и тот же текст, написанный на разных языках. Кроме того, рисун-

ки позволяют догадаться, о чем идет речь. Но они не дают возможности полностью понять текст. Получатели могут решить, что дальнейшие разъяснения поступят в следующих сеансах и, возможно, установят постоянный контроль за желтой звездой, откуда пришли сигналы.

#### *Музыка*

Музыкальную часть Послания подготовили ребята, которые составили рисунок-эмблему, – Егор Киселев и Владимир Филиппов. После горячих обсуждений в нее были включены следующие произведения.

– Позывные. Музыка Е. Шашиной на стихи М.Ю. Лермонтова "Выхожу один я на дорогу". Выбор мелодии этого романа в качестве позывного продиктован тем, что в стихах Лермонтова имеется такая замечательная строка: "И звезда с звездой говорит", которую можно рассматривать как эпиграф к Проекту.

– Людвиг ван Бетховен. Финал "9-й симфонии" на слова оды Ф. Шиллера "К радости".

– Антонио Вивальди. "Времена года. Март. Апрель".

– С.В. Рахманинов. "Вокализ".

– Александр Дольский. "Исполнение желаний".

– Владимир Ланцберг. "Алые паруса".

Как уже говорилось, эти произведения были записаны на аудиокассету в исполнении на терменвоксе Яны Аксеновой и Антона

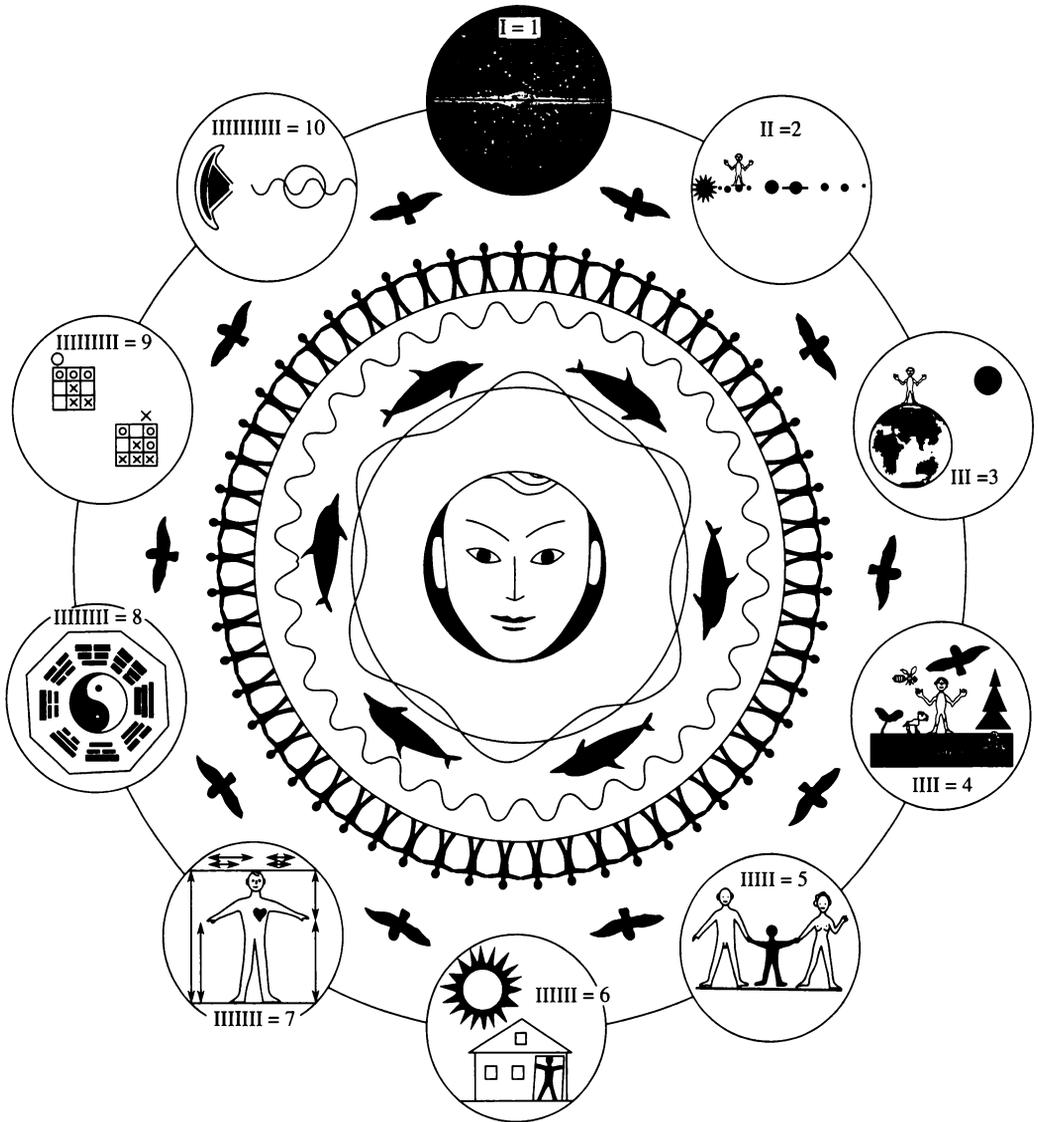
Керченко. В различных сеансах при передаче к разным звездам содержание концерта несколько варьировалось.

ЧТО ДАЛЬШЕ?

Участники проекта отдают себе отчет в том, что вероятность приема нашего сигнала какой-либо ВЦ

очень мала. Тем не менее, как отметили пионеры SETI Дж. Коккони и Ф. Моррисон в их самой первой работе по межзвездной связи, вероятность хотя и мала, но не равна нулю. Если же ничего не предпринимать, то она будет точно равна нулю. Однако, если даже нам очень повезет и сигнал будет принят, уста-

новление контакта не станет одномоментным актом. Выступая на советско-американской конференции SETI в Бюракане в 1971 г., Филипп Моррисон говорил: "Распознавание сигнала – это великое событие, но его интерпретация будет задачей большой важности, сравнимой с изучением целой отрасли



Эмблема в сборе.

Здравствуйте, наши Космические друзья!

Мы, дети планеты Земля, отправляем вам это Послание. Знайте, вы не одиноки во Вселенной. Предлагаем вам дружбу. Галактика, в которой мы с вами живем - наш общий Дом. Мы называем ее Млечный Путь.

Земля вращается вокруг звезды по имени Солнце. На нашей планете, покрытой водой и сушей, обитают много живых существ, но только люди создали техническую цивилизацию.

Мы живем семьями: родители и дети. Дети любят играть. Мы хотим показать вам наши игры, рисунки, музыку.

Человек живет около 80 лет. Нам, детям, пишущим это Послание, сейчас от 13 до 18 лет, и мы надеемся дождаться вашего ответа.

У людей разные культуры, языки и религии. У нас много научных и технических достижений, но ученые изобрели оружие, которое может уничтожить жизнь на Земле.

Наша планета прекрасна, но больна. Наши проблемы - это войны, нарушенная экология, истощение природных ресурсов. Но мы верим, что сможем преодолеть эти проблемы и все люди на Земле будут счастливы.

Мы хотим узнать о вас, ответьте нам, и мы будем очень рады! Желаем вам мира и добра!

Дети Земли, август-сентябрь 2001 год.

Dear friends from the Universe!

We are the children from the Earth planet, sending this Message to you. We want you to know, that you are not alone in the Universe. We offer to be your friends. The Galaxy, where you and we live, is our common Home. We named it the 'Milky Way'.

The Earth planet is moving around the star named Sun. The planet itself is covered by ocean and land. There are many creatures living on our planet; but only people have created a technological civilization.

We live in families: parents and children. Children like to play. We would like to show you our games, drawings, music. The duration of our life is about 80 years. While writing this Message, we are from 13 to 18 years old. So, we hope to receive your answer.

People have many cultures, languages and religions. People have reached the technical progress, but scientists have also invented horrible weapons, which may destroy the life on our Earth.

Our planet is very beautiful, but it is ill. Our problems are wars, ecology, exhaustion of natural resources. But we hope we shall overcome these problems and all people on Earth will be happy! We would like to learn about you! Please, reply. We would be very glad. We wish you peace and love.

The children from the Earth, August-September, 2001.

Словесный текст послания.

знания". По его мнению, большая часть сигнала должна касаться "не естественных наук и математики, а того, что мы назвали бы искусством и историей". Близкие мысли содержатся в докладе Дж. Биллингема и Р. Пешека, подготовленном для конференции ООН "Юниспейс-82" (Земля и Вселенная, 1984, № 2). Они полагают, что на изучение информации, содержащейся в сигналах ВЦ (если она будет достаточно богатой), могут уйти десятилетия, а то и жизнь нескольких поколений. "Тогда новости в этой области будут обсуждаться скорее на страницах научных книг и в университетских аудиториях, чем на страницах ежедневной печати"\*.

\* Интересно было бы написать научно-фантастическую повесть о том, как ОНИ приняли наш сигнал и как пытались понять, что это такое.

также подчеркивают необходимость подтверждения первых результатов приема сигнала.

Учитывая все эти обстоятельства, участники проекта планируют продолжить работу и осуществить новые сеансы передачи. Список звезд может быть обновлен, но должна быть оставлена часть звезд Первого послания. Ведь если радиоизлучение Евпаторийского передатчика где-то будет принято, то получатели, прежде чем приступить к серьезной дешифровке, должны удостовериться, что имеют дело не с фантомом, а с реально существующим фактом. Опыт земного SETI, когда в процессе поиска были обнаружены "подозрительные сигналы" ("Wow!" и др.), но ни в одном случае сигнал не повторился, убедительно свидетельствует в пользу этого.

Части послания можно обновить, но его значимые элементы (особенно при

посылке к тем же звездам) должны сохраниться, чтобы послание было узнаваемым. К таким элементам следует отнести эмблему в сборе, текст на одном языке и словарь. Музыкальную часть, вероятно, стоит обновить, сохранив лишь "позывной".

Важнейшей задачей будущей посланий является передача обучающего языка, с помощью которого можно дешифровать текст Первого послания, а в дальнейшем перейти к передаче более содержательных словесных текстов. Для этого можно использовать язык "Линкос" Г. Фройденцала или разработать специальный язык, как в проекте "Cosmic Call" (Земля и Вселенная, 2000, № 5). Приглашаем специалистов принять участие в этом начинании.

Одно из направлений будущей работы связано с предварительным тестированием сигнала. Для этого, по предложению про-



Дети = Children



Родители = Parents



Человек = Man



Люди = People



Семья = Family



Галактика = Galaxy



Земля = Earth



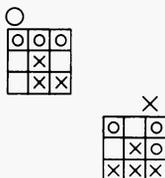
Природа = Nature



Солнце = Sun



Дом = House



Игра = Game



Отправлять  
Послание= Send  
Message

фессора Н.Т. Петровича, может быть использована обычная радилюбительская КВ-связь. Перспективным представляется использование для этих целей школьного ИСЗ "Колibri". Тестирующий сигнал позволит опробовать некоторые новые принципы передачи изображений в системе межзвездной

связи без использования развертки на основе простых чисел.

Для установления Контакта с внеземными цивилизациями необходимы усилия с обеих сторон. Человечество должно проявить готовность к Контакту. Первое Детское послание ВЦ представляет собой шаг в этом направлении.

*Словарь образов. Он содержит слова, упоминаемые в тексте, вместе с их образами, входящими в рисунок-эмблему.*

Очень важно, что его совершили представители молодого поколения, вступающего в жизнь на рубеже нового тысячелетия.

Подробнее о проекте “Здравствуй, Галактика!” можно узнать на сайте отдела астрономии и космонавтики МГДДИУТ по адресу: <<http://astro.mgtdt.ru>>.

Можно выйти на него также через сайт Научно-культурного центра SETI: <<http://infm1.sai.msu.ru/SETI>>, для этого надо воспользоваться разделом “Дети и

SETI” или разделом “Ссылки”. Дополнительная информация на сайте Зеленогорской группы (С.Е. Гурьянов): <<http://www/zgr.kts.ru:8101/astron/meti/index.htm>>.

---

## НОВЫЕ КНИГИ

---

### Краткая энциклопедия космической техники

Издательство “Росмэн-Пресс” в серии “Энциклопедия техники (Космос)” выпустило очередную научно-популярную книгу-альбом, посвященную космонавтике (В.Г. Шимановский “Космические корабли”. М., 2001). В книге рассказывается об основных этапах развития мировой космонавтики – от появления идей, теоретических трудов по космонавтике до их реального воплощения в современных достижениях: запуски спутников, пилотируемые полеты, экспедиции на Луну, исследования планет Солнечной системы и Вселенной с помощью АМС и астрофизических космических обсерваторий.

В книге 22 главы. В первых двух говорится об основоположниках космонавтики и первых запусках жидкостных ракет, в том числе о первой баллистической ракете А-4 (Фау-2), созданной в 1942 г. в Германии и ставшей прототипом для разработки американской и советской ракетной техники. В главе “Первые спутники” рассказывается о свойствах земной атмосферы и первых искусственных спутниках. Четыре главы посвящены исследованиям Луны и планет Солнечной системы, на-



пример программ “Кассини”, “Марс Одиссей”, “Галилео”. В главах “В глубокий космос” и “Изучение Земли из космоса” сообщается об американских космических программах по изучению Вселенной (обсерватория “Чандра” и микроволновый зонд “МАР”) и атмосферы, океана, природных ресурсов Земли, ее экологической обстановки. Далее – рассказ о космодроме Байконур и подготовке космонавтов к полетам. Следующие девять глав познакомят читателя с развитием пилотируемой космонавтики – первые

орбитальные полеты, выходы в открытый космос из КК “Восход-2” и “Джемини”, первые станции “Салют” и “Скайлэб”, экспедиции на Луну по программе “Аполлон”, советско-американский полет по программе “ЭПАС”, корабли многоразового использования “Спейс Шаттл”, работа экипажей на станции “Мир” и Международной космической станции. В главе “Немирный вариант “Мира”” сообщается о существующих в свое время планах ведения боевых действий в космосе и военных космических проектах. Две заключительные главы посвящены перспективам космонавтики – проектам транспортных космических кораблей-самолетов и строительству лунных баз.

Книгу-альбом великолепно иллюстрировали художники М.О. Дмитриев, М.Ю. Курбатов, А.Г. Проскураков, А.Н. Савельев, А.С. Токарев. В ней приведены конструкции различных космических аппаратов и станций. Книга адресована школьникам среднего и старшего возраста, но будет интересна и их родителям.

*С.А. Герасютин*

## НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: ноябрь–декабрь 2002 г.

Таблица 1

### Астрономические явления

Дата	Время UT	Явление
Ноябрь 2	17.5 <sup>ч</sup>	Марс на 3° южнее Луны
Ноябрь 4		Уран: стояние, переход к прямому движению
Ноябрь 4	0 <sup>ч</sup> 46 <sup>м</sup>	Луна в перигее (358 154 км)
Ноябрь 4	20 <sup>ч</sup> 34 <sup>м</sup>	<b>Новолуние</b>
Ноябрь 10	21.7 <sup>ч</sup>	Нептун на 5° севернее Луны
Ноябрь 11	20 <sup>ч</sup> 52 <sup>м</sup>	<b>Луна в первой четверти</b>
Ноябрь 12	4.8 <sup>ч</sup>	Уран на 5° севернее Луны
Ноябрь 14		Меркурий в верхнем соединении
Ноябрь 16	11 <sup>ч</sup> 30 <sup>м</sup>	Луна в апогее (405 797 км)
Ноябрь 17		Максимум метеорного потока Леонид
Ноябрь 19		Венера: стояние, переход к прямому движению
Ноябрь 20	1 <sup>ч</sup> 34 <sup>м</sup>	<b>Полнолуние</b>
Ноябрь 20	1 <sup>ч</sup> 46 <sup>м</sup> 35 <sup>с</sup>	<b>Полутеневое лунное затмение</b> ( $\Phi = 0.885$ )
Ноябрь 20	23.4 <sup>ч</sup>	Луна в восходящем узле
Ноябрь 22	12.2 <sup>ч</sup>	Сатурн на 3° южнее Луны
Ноябрь 26	7.0 <sup>ч</sup>	Юпитер на 3° южнее Луны
Ноябрь 27		Меркурий в нижнем соединении
Ноябрь 27	15 <sup>ч</sup> 46 <sup>м</sup>	<b>Луна в последней четверти</b>
Декабрь 1	9.5 <sup>ч</sup>	Марс на 3° южнее Луны
Декабрь 1	13.4 <sup>ч</sup>	Венера на 2° южнее Луны
Декабрь 2	8 <sup>ч</sup> 50 <sup>м</sup>	Луна в перигее (362 289 км)
Декабрь 4	2.2 <sup>ч</sup>	Луна в нисходящем узле
Декабрь 4	7.5 <sup>ч</sup>	<b>Полное солнечное затмение:</b> юг Африки, Индийский океан, Австралия
Декабрь 4		Юпитер: стояние, переход к попятному движению
Декабрь 4	7 <sup>ч</sup> 34 <sup>м</sup>	<b>Новолуние</b>
Декабрь 8	7.7 <sup>ч</sup>	Нептун на 5° севернее Луны
Декабрь 9	14.0 <sup>ч</sup>	Уран на 5° севернее Луны
Декабрь 11		Сатурн: стояние, переход к попятному движению
Декабрь 11	15 <sup>ч</sup> 49 <sup>м</sup>	<b>Луна в первой четверти</b>
Декабрь 12	16 <sup>ч</sup>	Покрытие Луной звезды $\sigma$ Стрельца, 2.0 <sup>м</sup>
Декабрь 13		Максимум метеорного потока Геминид
Декабрь 14	3 <sup>ч</sup> 56 <sup>м</sup>	Луна в апогее (404 913 км)
Декабрь 19	15.1 <sup>ч</sup>	Сатурн на 3° южнее Луны

## Астрономические явления

Дата	Время UT	Явление
Декабрь 19	19 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	<b>Полнолуние</b>
Декабрь 20		Нептун: стояние, переход к прямому движению
Декабрь 22	1 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup>	<b>Зимнее солнцестояние</b>
Декабрь 23	11.8 <sup>h</sup>	Юпитер на 4° южнее Луны
Декабрь 25		Меркурий в наибольшей восточной элонгации, 20°
Декабрь 27	0 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup>	<b>Луна в последней четверти</b>
Декабрь 30	1 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup>	Луна в перигее (367 902 км)
Декабрь 30	0.9 <sup>h</sup>	Марс на 1° южнее Луны
Декабрь 30	8.8 <sup>h</sup>	Венера на 2° севернее Луны
Декабрь 31		Венера в нижнем соединении

## ЧТО МОЖНО УВИДЕТЬ НА НЕБЕ

На протяжении почти всей ночи будут видны созвездия Персей, Возничий, Телец, Орион, Овен и соседние с ними созвездия. В них вы найдете Большую туманность Ориона М 42, **шаровые скопления** М 79 (Заяц) и М 2 (Водолей), **рассеянные звездные скопления** М 35 (Близнецы), М 36, М 37 и М 38 (Возничий), М 41 (Большой Пес), М 103 (Кассиопея), Плеяды и Гиады (Телец),  $\eta$  и  $\chi$  Персея. Среди интересных для наблюдений звезд упомянем **переменные звезды**  $\beta$  и  $\rho$  Персея,  $\zeta$  Близнецов,  $\gamma$  Кассиопеи,  $\lambda$  Тельца,  $\sigma$  Кита, **двойные звезды**  $\beta$ ,  $\lambda$ ,  $\iota$  и  $\zeta$  Ориона,  $\gamma$  Андромеды,  $\eta$  Кассиопеи,  $\epsilon$  и  $\eta$  Персея,  $\chi$  Тельца. Можно будет наблюдать **метеорные потоки**: в ноябре Леониды и в декабре Геминиды.

Таблица II

## Солнце

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Восход	Заход	Восход	Заход
			$(\lambda = 0^{\circ} \quad \varphi = 50^{\circ})$		$(\lambda = 0^{\circ} \quad \varphi = 56^{\circ})$	
Ноябрь 1	14 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 02.66 <sup>s</sup>	-14°18'02.2"	6 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>
11	15 03 49.90	-17 18 36.8	7 06	16 22	7 28	16 00
21	15 44 59.98	-19 49 26.0	7 22	16 09	7 48	15 43
Декабрь 1	16 27 30.26	-21 44 18.4	7 36	16 01	8 06	15 31
11	17 11 06.22	-22 57 50.6	7 48	15 58	8 21	15 25
21	17 55 19.96	-23 26 06.7	7 50	16 00	8 30	15 26

*Пример:* вычислить время восхода Солнца в Иркутске ( $\varphi = 52^{\circ}17'$ ,  $\lambda = 6^{\circ}57'$ ,  $n = 7$ ) 5 ноября 2002 г. Начнем с интерполяции на дату. На широте  $50^{\circ}$  восход Солнца в этот день произойдет в  $6^{\circ}49^m + 0.4 \times (7^{\circ}06^m - 6^{\circ}49^m) = 6^{\circ}56^m$ . Аналогично найдем для широты  $56^{\circ}$ : время восхода –  $7^{\circ}15^m$ . Теперь интерполируем по широте:  $6^{\circ}56^m + 0.38 \times (7^{\circ}15^m - 6^{\circ}56^m) \approx 7^{\circ}03^m$  UT. Приведем к поясному сезонному времени:  $7^{\circ}03^m + 8^{\circ} - 6^{\circ}57^m \approx 8^{\circ}06^m$ .

**Меркурий** – утренняя видимость в первых числах ноября и вечерняя в последней неделе декабря. Пройдет по созвездиям Девы, Весов, Скорпиона, Змееносца, Стрельца.

**Венера** – утренняя видимость начнется со второй недели ноября. Созвездия Весов, Девы и снова Весов. В начале декабря сблизится с Марсом.

**Марс** – утренняя видимость. Созвездия Девы и Весов.

**Юпитер** – виден большую часть ночи, восходит еще до полуночи. Созвездие Рака.

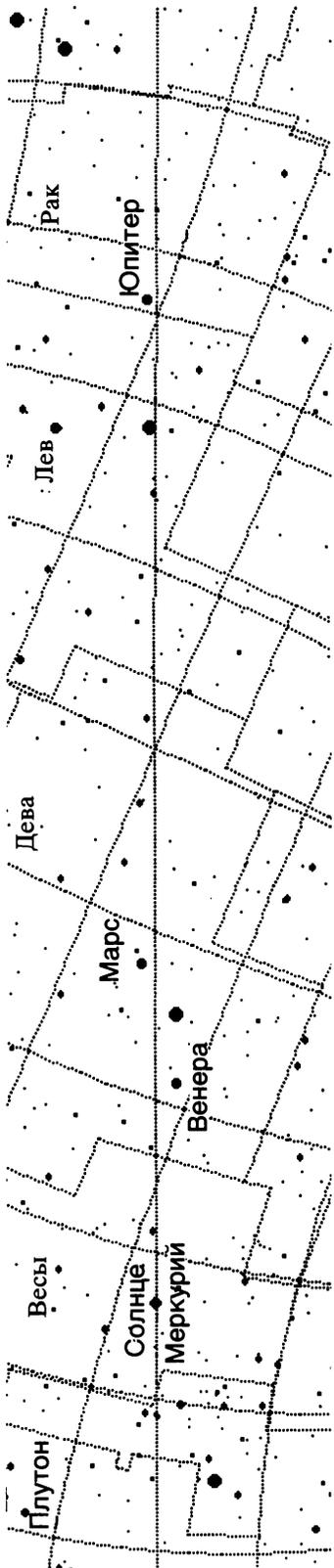
**Сатурн** – виден большую часть ночи. Созвездие Тельца.

**Уран и Нептун** – вечерняя видимость, постепенно сокращающаяся. Созвездие Козерога.

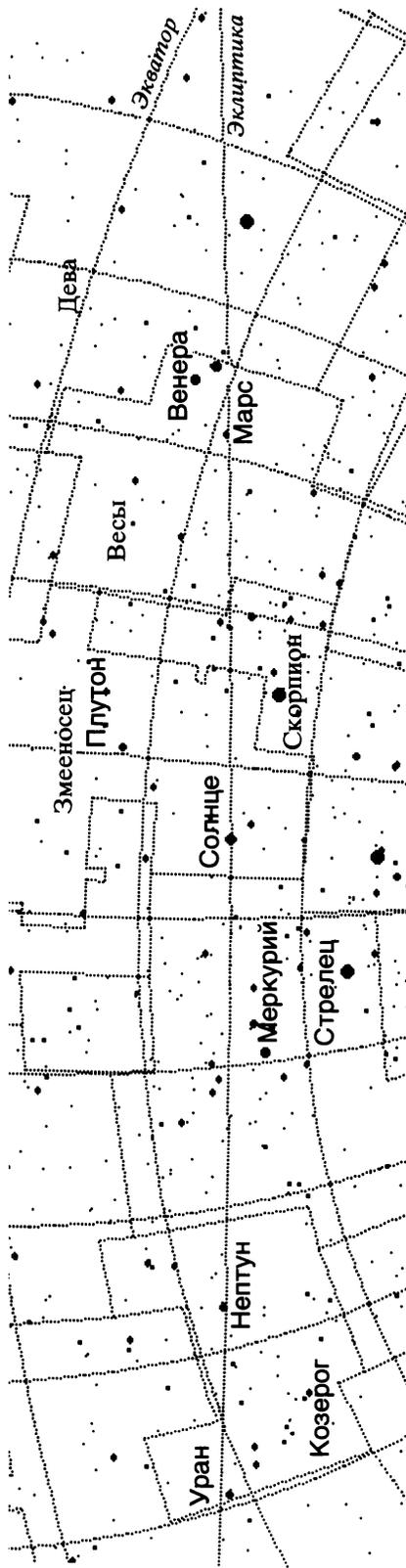
Таблица III

**Координаты и условия видимости планет**

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					(λ = 0 <sup>h</sup> φ = 56°)	
<b>Меркурий</b>						
Ноябрь 1	13 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 51.5 <sup>s</sup>	-10°16'23"	5.0"	-1.0 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>
11	14 56 26.0	-16 32 58	4.7	-1.2	7 18	15 56
21	16 00 31.4	-21 28 59	4.6	-1.0	8 21	15 43
Декабрь 1	17 06 51.1	-24 38 40	4.8	-0.7	9 15	15 43
11	18 14 30.9	-25 39 36	5.2	-0.6	9 53	16 03
21	19 18 13.2	-24 16 33	6.0	-0.0	10 02	16 42
<b>Венера</b>						
Ноябрь 1	14 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 14.0 <sup>s</sup>	-19°19'22"	61.6"	-4.3 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup>
11	13 55 31.4	-15 16 39	58.7	-4.3	6 05	15 03
21	13 50 43.8	-12 13 24	51.7	-4.6	5 01	14 39
Декабрь 1	14 00 22.2	-11 02 28	44.2	-4.7	4 24	14 17
11	14 21 16.8	-11 29 01	37.6	-4.6	4 09	13 56
21	14 50 12.6	-12 59 06	32.4	-4.6	4 08	13 36
<b>Марс</b>						
Ноябрь 1	12 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 47.4 <sup>s</sup>	-3°10'11"	3.8"	1.8 <sup>m</sup>	4 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>
11	13 03 23.8	-5 41 07	3.9	1.8	4 13	15 12
21	13 27 15.0	-8 08 15	4.0	1.7	4 13	14 41
Декабрь 1	13 51 26.7	-10 30 05	4.1	1.7	4 12	14 11
11	14 16 02.8	-12 44 56	4.2	1.7	4 12	13 42
21	14 41 06.1	-14 51 04	4.4	1.6	4 12	13 14



Со́лнце, Венера́, Мерку́рий, Марс и Юпи́тер на эклиптике 15 ноября 2002 г.



Со́лнце, Плуто́н, Венера́, Мерку́рий, Ма́рс на эклиптике 15 декабря 2002 г.

## Координаты и условия видимости планет

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
<b>Юпитер</b>						
Ноябрь 1	9 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 53.6 <sup>s</sup>	16°27'39"	37.0"	-2.1 <sup>m</sup>	22 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> *	14 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>
11	9 19 24.6	16 13 43	38.1	-2.2	22 13*	13 44
21	9 21 47.0	16 05 01	39.3	-2.2	21 37*	13 06
Декабрь 1	9 22 55.7	16 02 02	40.5	-2.3	20 59*	12 28
11	9 22 46.9	16 05 06	41.7	-2.4	20 19*	11 49
21	9 21 20.4	16 14 12	42.9	-2.4	19 38*	11 09
<b>Сатурн</b>						
Ноябрь 1	5 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 24.1 <sup>s</sup>	22°05'58"	19.8"	-0.2 <sup>m</sup>	18 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> *	11 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>
11	5 52 27.5	22 05 26	20.1	-0.3	18 00*	11 04
21	5 49 52.8	22 04 55	20.4	-0.3	17 18*	10 22
Декабрь 1	5 46 48.3	22 04 21	20.5	-0.4	16 36*	9 40
11	5 43 23.6	22 03 43	20.6	-0.4	15 53*	8 57
21	5 39 50.8	22 03 03	20.6	-0.5	15 06	8 10**
<b>Уран</b>						
Ноябрь 1	21 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 49.7 <sup>s</sup>	-13°55'38"	3.6"	5.8 <sup>m</sup>	14 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	23 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>
11	21 49 52.7	-13 54 59	3.6	5.8	13 49	23 05
21	21 50 15.6	-13 52 38	3.5	5.8	13 10	22 26
Декабрь 1	21 50 57.9	-13 48 35	3.5	5.9	12 31	21 48
11	21 51 59.0	-13 42 56	3.5	5.9	11 52	21 10
21	21 53 17.1	-13 35 48	3.4	5.9	11 13	20 33
<b>Нептун</b>						
Ноябрь 1	20 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 33.2 <sup>s</sup>	-18°09'26"	2.3"	7.9 <sup>m</sup>	13 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	22 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup>
11	20 42 56.0	-18 08 07	2.3	7.9	13 12	21 28
21	20 43 32.2	-18 05 56	2.3	7.9	12 33	20 50
Декабрь 1	20 44 20.9	-18 02 56	2.2	8.0	11 54	20 12
11	20 45 21.2	-17 59 10	2.2	8.0	11 16	19 34
21	20 46 31.4	-17 54 43	2.2	8.0	10 37	18 56

Примечание: В таблицах II, III прямое восхождение и склонение даются на 0<sup>h</sup> UT, время восхода и захода светил указано в UT. Звездочкой \* отмечены восходы планет, отнесенные к предыдущей дате, двумя звездочками – к последующей.

Комета Икейя–Джанга. Снимок получен В.П. Осипенко на Звенигородской обсерватории ИНАСАН с помощью 40-см астрографа фирмы "Цейс" 2 апреля 2002 г. в 22<sup>h</sup>8<sup>m</sup>30<sup>s</sup> UT; экспозиция – 15 мин. Масштаб 100"/мм. Север – слева. Яркая звезда правее и ниже кометы –  $\mu$  Андромеды.

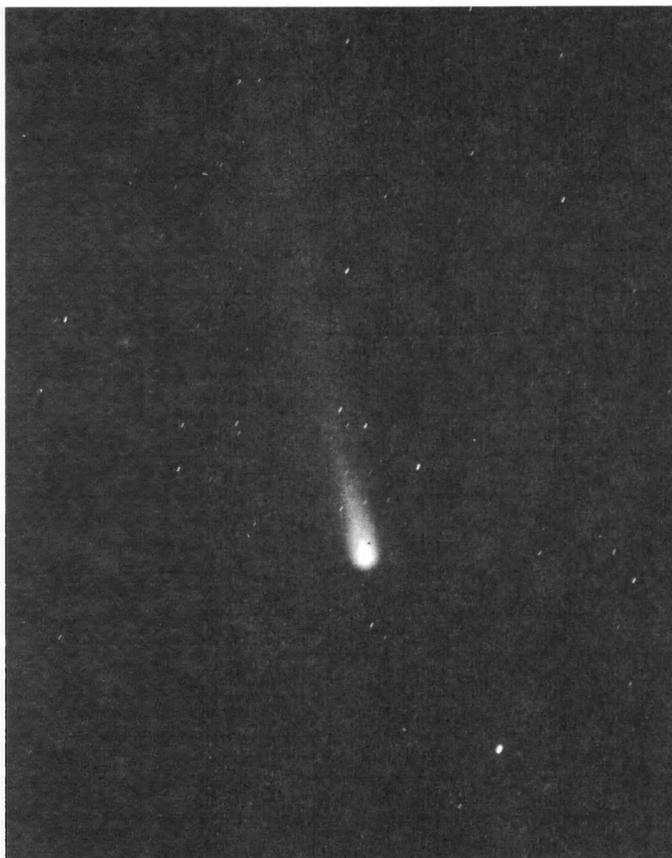


Таблица IV

Метеорные потоки

Название потока	Созвездие	Радиант		V, км/с	Часовое число	Даты видимости
		$\alpha$	$\delta$			
Тауриды сев.	Телец	2 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup>	23°	30	10	13.09–1.12
Тауриды южн.	Телец	3 12	14	28	10	15.09–26.11
Ариетиды	Овен	2 42	20		10	21.09–13.11
Ориониды	Орион	6 20	16	66	100	2.10–7.11
Леониды	Лев	10 12	22	71		14–21.11
Геминиды	Близнецы	7 28	33	35	100	7–17.12

В.А. ЮРЕВИЧ

## Околоземная астрономия

Вышел из печати сборник трудов конференции **“Околоземная астрономия XXI века”** (Издательство ГЕОС, М., 2001), организованной Институтом астрономии РАН и состоявшейся в Звенигороде 21–25 мая 2001 г. (Земля и Вселенная, 2001, № 5). Это уже пятая книга, посвященная околоземной астрономии. В ней представлены научные и практические аспекты основных задач этой новой ветви астрономии (Земля и Вселенная, 2000, № 6). К их числу относятся: методы и ре-

зультаты наблюдений искусственных и естественных небесных тел в околоземном космическом пространстве, способы контроля космического пространства, наблюдения космического мусора и анализ информации о нем.

Первая глава – **“Наблюдения ИСЗ и контроль космического пространства”**. Долгое время наблюдения ИСЗ были позиционными (определение координат), затем стали измерять еще и расстояния до них. А о современных возможностях говорит название первой статьи сборника – **“Дистанционная диагностика характеристик и технического состояния КА с помощью телескопов”**. Статья, представленная пулковскими астрономами, – проект запуска специального спутника на геостационарную орбиту для наблюдений за своими “соседями”. Дрейфуя вдоль нее, он сможет обнаружить опасные для действующих спутников объекты “космического мусора” размером от 10 см.

Вторая глава как раз и посвящена **космическому мусору: моделирование, наблюдения, комплексный анализ информации**. Здесь рассматриваются такие проблемы: оценка уровня загрязнения космоса объектами разных размеров, эволюция техногенного загрязнения, вероятность столкновений КА с другими объектами и их последствия, характеристики потоков космических объектов через зоны обзора бортовых и наземных средств наблюдения.

В настоящее время на орбитах отслеживается около 8000 объектов размером более 10 см, но кроме них летают миллионы мелких ненаблюдаемых фрагмен-



тов, из них десятки тысяч в интервале 1–10 см. Хотим мы или нет, но это искусственно созданное облако – уже неотъемлемая часть окружающей среды, о нем надо знать и учитывать его в нашей деятельности (Земля и Вселенная, 1993, № 6).

В третьей главе – **“Исследование поведения малых тел в околоземном космическом пространстве”** – мы расширяем изучаемое пространство до окраин Солнечной системы. Этой теме посвящено самое большое число статей сборника – 22 из общего числа 65. Отметим наиболее интересные из них.

К.В. Холшевников и А.В. Греб (Санкт-Петербургский университет) вычислили взаимные расстояния для всех пронумерованных малых планет за 10 лет, а это ни много ни мало 47 млн. пар планет, и обнаружили 10 тыс. пар пересекающихся орбит, иногда по несколько раз. Они подвергли сомнению идентификацию якобы обнаруженного после 90 лет поисков последнего потерянного астероида Альберт.

Астрономы ИНАСАН с 1995 г. проводят наблюдения тел метрового и декаметрового диапазонов в метеорных и болидных потоках и обнаружили 30 таких объектов, ранее получивших название “инасанов” по предложению Ф.А. Цицина. Наиболее “заселенными” оказались Каприкорниды и Персеиды (Земля и Вселенная, 1996, № 4).

Б.Р. Мушаилов и С.В. Жуйко (ГАИШ МГУ) определили резонансные зоны между орбитами дальних планет (от Сатурна до Плутона), где вероятность найти астероиды наибольшая. Дело за наблюдениями, они уже начались.

В космогонии Солнечной системы накоплен ряд фактов, не находящихся разумного объяснения в рамках гипотезы о плавном эволюционном формировании больших и малых планет. А.В. Багров (ИНАСАН) и И.А. Резанов (ИИЕТ) привели доказательства в пользу двухфазной эволюции нашей планетной системы. Согласно их гипотезе, границей между фазами послужил взрыв Фазтона, уже почти сформировавшейся планеты между Марсом и Юпитером, якобы произошедший 4–4.5 млрд. лет назад.

На пике Терскол на Кавказе с помощью 2-м телескопа проведены поисковые наблюдения астероидов в либрационных точках орбиты Сатурна. В избранных зонах регулярно находили астероиды Главного пояса и высокоорбитальные ИСЗ. Однако нашлись три объекта, которые, по-видимому, и есть искомые, но окончательные выводы будут сделаны после завершения обработки.

В четвертой главе рассматривается проблема, вызывающая в последнее время повышенный интерес общественности, – **“Астероидно-кометно-метеоритная опасность”** (Земля и Вселенная, 2000, № 2). Проблема эта имеет несколько аспектов, над которыми сейчас работают ученые всего мира. Прежде всего, обнаружение и слежение за небесными телами, орбиты которых могут пересекаться с земной, и каталогизация таких объектов. Далее – оценка опасности подобного рода тел и последствий возможных столкновений. И, наконец, отражение опасности – своевременное обнаружение и техническая сторона защиты. Здесь важно создание глобальной системы с включением комплекса наблюдательных средств и ракетно-ядерного оборонительного щита.

Несколько статей посвящены более “мирному” вопросу – **выпадению космического вещества на Землю**. Здесь следует выделить две статьи Е.В. Дмитриева (ГКНЦП им. М.В. Хруничева) – “Методика обнаружения выпавшего на Землю вещества эруптивных комет” и “Выпадение тектитового дождя в Нижегородской области зимой 1996/97 гг.”. Интересный факт: с участка поля 10 м × 60 м было собрано около 200 тектитов, большая часть – с поверхности, но некоторые находились на глубине до 20 см. Вес – 2 кг и меньше. Впервые в России обнаружен ареал тектитов и впервые в мире зафиксировано время их падения.

Ф.А. Цицин (ГАИШ МГУ) в статье “О происхождении субкометных объектов” развивает идею о механизме происхождения миникомет (микрочкомет, инасанов) при фрагментации обычных комет. По его мнению, на начальных этапах формирования Солнечной системы в кометезималях выделялось при ра-

диоактивном распаде достаточно тепла, чтобы растопить их центральные части. Затем последовало вторичное замерзание – от периферии к центру. Объем льда на 11% превышает объем воды, из которой он появился, поэтому в уже замерзших твердых слоях возникают напряжения при замерзании внутренних зон воды. Идет растрескивание с делением на осколки, которые снова слипаются, соединяясь теперь уже в отдельных точках. Объем трещин в комете составит не менее 27.5%. Таким образом, каждое достаточно крупное кометное тело – склад ледяных глыб размером от ледышек до айсбергов. Лед этот тем грязнее, чем он ближе к центру. Такие тела легко разрушаются под действием даже слабых внешних возмущений, а фрагменты высыпаются в пространство, пополняя ансамбль субкомет.

Пятая глава – **“Околоземный космос и Солнечная система”**. И.М. Подгорный (ИНАСАН) в статье “Процессы на Солнце и их влияние на тела в Солнечной системе” особое внимание уделил действию солнечного излучения и межпланетных магнитных полей на кометы. Секторная картина магнитного поля, обусловленная вращением Солнца, влияет на форму кометных хвостов, а при переходе комет в сектор с противоположным направлением поля происходят всплески их яркости. Т.В. Касименко и С.К. Татевян (ИНАСАН) написали об экспериментах по прямому измерению влияния атмосферы на движение низкоорбитальных ИСЗ. Интересно, что данные прецизионных лазерных измерений расстоя-

ний до Луны уже сейчас позволяют говорить о возможности наблюдения космологического расширения Вселенной в системе Земля–Луна, как это утверждается в статье Ю.В. Думина (ИЗМИРАН).

Несколько статей посвящено планам по созданию космических аппаратов для астрономии. Здесь особенно интересным и наиболее разработанным можно считать проект, о котором рассказано в докладе А.А. Боярчука, А.В. Багрова, Л.В. Рыхловой и М.А. Смирнова (ИНАСАН) “Перспективы исследований характеристик Солнечной системы астрометрическим дугомером-интерферометром”. Оптический Звездный Интерферометр для Российского Исследовательского Сегмента (ОЗИРИС), обеспечивающий микросекундную точность для звезд и несколько худшую для тел Солнечной системы, возможно, будет установлен на Международной космической станции.

Две заключительные статьи посвящены Звенигородской обсерватории ИНАСАН, которой недавно исполнилось 40 лет (Земля и Вселенная, 2000, № 1). А.Г. Масевич поделилась воспоминаниями о времени создания обсерватории, бывшей тогда всего лишь станцией наблюдений ИСЗ, а Б.М. Шустов и Н.С. Бахтигараев рассказали о перспективах ее развития.

В целом эта, пятая книга по околоземной астрономии – самая интересная и информативная.

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

## Земля под прицелом

Недавно вышедшая книга О. Аткинсона **“Столкновение с Землей. Астероиды, кометы и метеороиды. Растущая угроза”** (Санкт-Петербург, “Амфора”/“Эврика”, 2001), безусловно, не оставит читателя равнодушным. Возможно, кому-то она покажется чересчур надуманной, кому-то, наоборот, слишком реалистичной. И дело не только в том, что тема, развиваемая автором, – кометно-астероидная опасность, о которой сегодня много говорят и спорят. О. Аткинсону удалось собрать весьма обширный и впечатляющий материал по данной проблеме. Стиль изложения – яркий, изобилующий красочными, образными описаниями.

Книга состоит из двух частей. **Первая часть** (из семи глав) представляет собой

весьма подробный, документальный, со множеством ссылок рассказ о кометах и астероидах, о динозаврах и их внезапной гибели, о космических аппаратах и их возможном использовании для обороны планеты от незваных “гостей” из космоса. Автор приводит и анализирует факты, говорящие об определяющей роли в эволюции Земли, а также в истории многих цивилизаций и народов столкновений с малыми телами Солнечной системы. Немалое внимание уделяется “заговору молчания” вокруг угрозы космических столкновений. Автор считает, что информированы лишь специалисты, а остальные жители Земли мало что знают об этой проблеме. К сожалению, в книге ни слова не говорится о Туринской шкале кометно-астероидной опасности, которая, устанавливая степень опасности вновь открываемых космических объектов, развеивает ложные слухи (шкала классифицирует опасные космические объекты в зависимости от их размеров и вероятности столкновения с Землей). Впрочем, оригинал книги вышел в 1999 г., так что во время работы над ней Туринская шкала, принятая официально в июле того же года, автору, вероятно, была еще неизвестна.

К недостаткам книги следует отнести отсутствие иллюстраций, которые, безусловно, сделали бы более наглядной содержащуюся на ее страницах информацию. Единственную иллюстрацию можно видеть на обложке, но на ней Земле почему-то угрожает совершенно безопасный в ближайшие несколько миллионов лет астероид Эрос (Земля и Вселенная, 2000, № 4; 2001, № 5).



Еще один недостаток, который часто отмечается при знакомстве с современными книгами (и “Столкновение с Землей” здесь не исключение), – это перевод. Иногда дело доходит до смешного. Так, например, Центр изучения малых планет назван Малым планетным центром, а ракетные боеголовки – боевыми головками. Удивляют и встречающиеся порой в тексте несурезицы. Автор приводит слова, якобы сказанные директором Королевской Гринвичской астрономической обсерватории, о Тунгусском метеорите. Будто если бы тот упал на 3 часа позже, то разрушил бы Москву и погубил бы при этом 10 миллионов человек. Подобная фраза вызывает недоумение, ведь место удара находится на более высокой широте, чем Москва. Кроме того, за 3 часа планета ушла бы в пространстве на огромное расстояние, так что столкновение не произошло бы. При этом в 1908 г. в Москве не могло прожить 10 млн. человек. Подобные утверждения выглядят достаточно странными, и в данном случае, конечно, уже нельзя сослаться на некачественный перевод. Впрочем, таких досадных ошибок в книге немного.

**Вторая часть** книги состоит из двух глав и представляет собой художественное повествование о возможном столкновении с Землей ядра крупной кометы и его ужасающих последствиях. Описание, сделанное автором, столь реалистично и убийственно, что с ним, пожалуй, не могут соперничать даже компьютерные изображения катастроф из известных американских фильмов “Армагеддон” и “Столкновение с бездной”. В отличие от сценариев, по которым были сняты эти фильмы, в итоге заканчивающихся оптимистично, О. Аткинсон рисует картину полной безнадежности. Так что читать главу “Время умирать” людям с легко возбудимой психикой, пожалуй, не рекомендуется. Комета настигает Зем-

лю внезапно, о ее приближении практически никто не знает. И в ближайшие после столкновения минуты и часы большая часть людей гибнет. Следует весьма натуралистическое описание горящих Лондона и Нью-Йорка, сметающей все на своем пути ударной волны, исполинского цунами, сровнявшего с землей города и страны. В довершение всего апокалиптическая картина на планете сменяется описанием глобальных разрушений иного рода (глава “Эры огня и льда”). Тучи пепла на много лет скрывают Солнце, погружая мир в эпоху нового великого оледенения.

Для тех, кто хочет разобраться в непростой проблеме, столь обострившейся на рубеже веков, книга окажется весьма полезной. В ней много ссылок, в приложении можно ознакомиться с перечнем комет и астероидов, которые пролетят около Земли в ближайшее столетие на дистанции менее 0.05 а.е., и с объектами, что пройдут чуть дальше, на расстоянии 0.2 а.е. Те, кто не знаком с терминологией, связанной с кометно-астероидной опасностью, найдут в книге подробный глоссарий.

Автор включил в книгу свежие данные о проблеме, но некоторые из них, к сожалению, уже устарели. Так, рассказывается о проекте АМС “Шампольон”, “Лунар-сат” и “Клементина-II” как о перспективных, но в настоящее время все они отменены.

И все-таки, несмотря на эти и другие упущения, книга нужна, потому что “предупрежденный вооружен”. Ведь если космические катастрофы случались в древности, то рано или поздно они могут повториться.

*Д.А. ГУЛЮТИН  
Государственный космический  
научно-производственный центр  
им. М.В. Хруничева*

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ  
ПО ПРОБЛЕМЕ ПОИСКА ВНЕЗЕМНЫХ ЦИВИЛИЗАЦИЙ (SETI),  
ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ “ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ”  
В 1965–2001 гг. (в хронологическом порядке)**

Гиндилис Л.М. О возможностях связи с внеземными цивилизациями	1965, 1	Шпилевский А.В. Новая интерпретация таинственного радиоэха	1976, 2
Бронштэн В.А. Спутники Марса – какие они?	1965, 2	Гиндилис Л.М. Модель контакта, а не доказательство зонда	1976, 2
Язык межзвездной связи	1965, 3	Пановкин Б.Н. Школа-семинар по проблеме СЕТИ	1976, 4
Фесенкова Л.В. Может ли быть Марс обитаем?	1965, 5	Каплан С.А., Кардашев Н.С. Астроинженерия	1977, 3
Корлисс У.Р. Обнаружение жизни в Космосе	1965, 6	Новая возможность связи с внеземными цивилизациями	1977, 6
Поиски “сфер Дайсона”	1967, 1	Поиски радиосигналов внеземных цивилизаций	1979, 3
Опарин А.И. Проблема происхождения жизни на Земле	1967, 2	Лесков Л.В. Внеземные цивилизации: вероятность существования	1979, 3
Фесенков В.Г., Мухин М.М. “Жизнь вне Земли”	1967, 4	Урсул А.Д. Внеземные цивилизации: проблема существования	1979, 6
Любарский К.А., Явнель А.А., Вдовыкин Г.П. Рецензия на книгу Ф.Ю. Зигеля “Жизнь в Космосе”	1968, 2	Рудницкий Г.М. Сигнал внеземной цивилизации?	1980, 5
Согласнов В.А. Необычные источники космического радиоизлучения	1968, 3	Нусинов М.Д. Загадки марсианского грунта и происхождение жизни на Земле	1980, 6
Дайсон Ф. Поиски внеземной инженерной деятельности	1968, 6	Троицкий В.С. Почему не обнаружены сигналы внеземных цивилизаций?	1981, 1
Филиппов Ю.К. Каналы Марса – сеть жизни?	1969, 1	Чесноков В.И. В преддверии межзвездного полета	1981, 3
Пановкин Б.Н. Внеземные цивилизации и кибернетика	1969, 6	Нусинов М.Д. Панспермия: развитие идеи	1981, 6
Федюшин Б.К. Релятивистской ракетой – к звездам	1970, 4	Казютинский В.В. Поиск внеземных цивилизаций (Рецензия на книгу “Проблема поиска внеземных цивилизаций”)	1982, 2
Гиндилис Л.М. Внеземные цивилизации – объект поисков и исследований	1970, 5	Гиндилис Л.М. Поиск разумной жизни во Вселенной	1982, 3–4
Гиндилис Л.М. “Ура! Да здравствует контакт!” (Рецензия на книгу Н.Т. Петровича “Кто вы?”)	1971, 2	Урсул А.Д. Внеземные цивилизации и земные проблемы	1982, 6
Гиндилис Л.М. Межзвездные перелеты	1971, 5	Колоколова Л.О., Стеклов А.Ф. Еще одна возможность возникновения жизни на небесных телах	1983, 1
Кузнецов Ю.П. Сигналы внеземных цивилизаций – какими они могут быть?	1972, 1	Лесков Л.В. Модели эволюции космических цивилизаций	1983, 5
Гиндилис Л.М. СЕТИ-71	1972, 2–3	Троицкий В.С. Поиск внеземных цивилизаций: новая стратегия	1983, 6
Анкета СЕТИ	1972, 4	СЕТИ: состояние и перспективы	1984, 2
Цысковский В.К. Углекислота... и жизнь на Марсе	1973, 3	Троицкий В.С. Поиск продолжается	1984, 4
Закиров У.Н., Школенко Ю.А. Жизнь и разум во Вселенной (Рецензия на книгу “Населенный Космос”)	1973, 4	Мухин Л.М. “Поиски жизни во Вселенной” (Рецензия на книгу Д. Голдсмита и Т. Оуэна)	1984, 4
Пановкин Б.Н. Пришельцы из Космоса – научная гипотеза?	1973, 6	Нусинов М.Д. Модель “живого” и поиск внеземной жизни	1985, 1
Космический зонд от ε Волопаса?	1973, 6	Шкловский И.С. Существуют ли внеземные цивилизации?	1985, 3
Пановкин Б.Н. “Планеты для людей” (Рецензия на книгу С. Доула)	1974, 3		
Послание внеземным цивилизациям	1975, 4		

Комаров В.Н. Проблема внеземных цивилизаций (Рецензия на книгу В.В. Рубцова и А.Д. Урсула)	1985, 3	Чаругин В.М., Баксанский О.Е. Место человека во Вселенной	1993, 6
Аминокислоты из космоса	1986, 4	Архипов А.В. Движущиеся “объекты” на Луне	1994, 1
Панспермия: новые ограничения?	1986, 4	Лаврухин А.В. Световые эффекты и “НЛО”	1994, 1
Гиндилис Л.М. Астрономическая обсерватория в “Орленке”	1986, 4	Архипов А.В. Метеориты... из других планетных систем?	1995, 1
Гиндилис Л.М. Поиски сигналов внеземных цивилизаций	1986, 6	Липунов В.М. Научно открываемый Бог	1995, 1
Нусинов М.Д., Глейзер С.И. Кометы и происхождение жизни на Земле	1987, 1	Архипов А.В. Правда о SETI	1995, 2
Жили ли микробы на Марсе?	1988, 1	Архипов А.В. Письмо в редакцию	1995, 2
Рубцов В.В., Урсул А.Д. Наука, паранаука и проблема палеовизита	1988, 1	Плаксин А.А. Природа НЛО: научный подход к изучению феномена	1995, 2
Федюшин Б.К. Проблемы, межзвездных перелетов	1988, 2	Гиндилис Л.М. Три десятилетия SETI в СССР	1995, 3–4
Стрельниковый В.С. Где вы, братья по разуму?	1988, 3	Лесков Л.В. Мэоническая Вселенная	1995, 3
Гиндилис Л.М. Вильнюс: SETI-87	1988, 4–5	Жизнь на суше появилась раньше, чем в океане?	1995, 3
Лесков Л.В. Становление и развитие учения о ноосфере	1988, 6	Гиндилис Л.М., Сатаринов А.С. SETI: 90-е годы	1995, 6
Арский В.Н. Адрес одной из цивилизаций	1989, 5	Силкин Б.И. Послание в бесконечность	1995, 6
Гиндилис Л.М. Мифология и проблемы внеземных цивилизаций	1989, 5	Ксанфомалити Л.В. SETI – проблема или миф?	1996, 2
Платов Ю.В., Рубцов В.В. НЛО: от полемики к исследованиям	1990, 4	Есть ли простейшие формы жизни на Марсе?	1996, 3
Урсул А.Д. Космическая философия К.Э. Циолковского	1990, 5	Поляков Г.Г. Космические цивилизации на межзвездных планетах	1996, 5
Гиндилис Л.М. Андрей Дмитриевич Сахаров о поисках внеземных цивилизаций	1990, 6	Новое о жизни на Марсе	1997, 1
Сильвестров Г.В. Правовые аспекты поиска внеземных цивилизаций	1991, 4	Переписка с читателями	1997, 3
Шевченко М.Ю. Вокруг загадки “Мажестик-12”	1991, 5	Снова о жизни на Марсе	1998, 1
Урсул А.Д. К.Э. Циолковский и становление ноосферы	1991, 6	Символические знаки инопланетян?	1998, 1
Космолинский Ф.П. К.Э. Циолковский о зарождении жизни на Земле	1992, 3	Язев С.А. Почему же все-таки молчит космос?	1998, 1
Шлионский А.Г. Задержанные радиоэхо и поиск ВЦ	1992, 5	Существует ли жизнь на Европе?	1998, 1
Петухов А.Б. К аномальным явлениям – научный подход!	1992, 5	Есть ли жизнь на Европе?	1998, 5
Жан-Клод Риб, Ги Моне. НЛО глазами французских астрономов	1993, 1	Тутуков А.В. Происхождение планетных систем	1999, 6
Лесков Л.В. Вселенная как лист Мёбиуса	1993, 2	Гиндилис Л.М. SETI в России: последнее десятилетие XX века	2000, 5–6
Архипов А.В. Современные сказки о Луне	1993, 2	Лефевр В.А., Ефремов Ю.Н. Космический разум и черные дыры: от гипотезы к научной фантастике	2000, 5
Гиндилис Л.М. Научно-культурный центр SETI	1993, 3	Левитан Е.П., Филиппова Л.Н. К обучению астрономии через педагогику SETI	2000, 6
Наверное, мы все-таки одиноки	1993, 3	Воробьева Е.А. Вечная мерзлота и поиск внеземной жизни	2001, 2
Ксанфомалити Л.В. Путь к Сверхразуму?	1993, 6	Гвишвили Г.В. Какова роль человека во Вселенной	2001, 3
Архипов А.В. Археология Луны: наука XXI века	1993, 6	Казакевич Г.И. И.А. Ефремов: космос, разум, красота	2001, 3
		Обмен жизнью в Космосе	2001, 4
		Планетологи о следах жизни на Марсе	2001, 4
		Что же обнаружено в “марсианском” метеорите	2001, 5
		Существует ли панспермия?	2001, 6

Составитель Л.М. Гиндилис

### Идет охота на... юпитеры

К началу 2002 г. астрономы уже открыли 77 планет, находящихся вне Солнечной системы. Все они – или газовые гиганты без твердой поверхности, подобные нашему Юпитеру, но движущиеся по орбите, значительно более близкой к своей звезде, чем Юпитер к Солнцу; или же обладают массой, намного превышающей эту нашу крупнейшую планету.

Объекты иного рода, более сходные с Юпитером по массе (в нем заключено около 70% всей планетарной массы Солнечной системы) и по близости орбиты к светилу, которая в 5 раз превышает земную, наблюдательные приборы пока “не видят”.

Недавние исследования, принятые независимо друг от друга двумя группами ученых, вселяют надежду, что системы, не слишком отличающиеся от нашей, все же должны во Вселенной существовать, причем во множестве...

Открытие до сих пор “вне-солнечносистемные” планеты были обнаружены, так сказать, опосредованно. Видеть их мы еще не умеем, но зато способны наблюдать, как такое тело своим тяготением влияет на движения “своей” звезды, вызывая характерные биения. Эти биения порождают ритмические изменения в цвете излучения звезды, причем чем массивнее “невидимка” и чем ближе она к звезде, тем сильнее это

биение. Описанный эффект и выдает существование планеты. В январе 2002 г. австралийские астрофизики Ч. Лайнуивер и Д. Грегер (Университет штата Новый Южный Уэльс, Сидней) опубликовали результаты изучения подобных планет.

Анализ показал, что “юпитероподобные” тела должны быть довольно типичным явлением во Вселенной. Согласно подсчетам, примерно из одной тысячи звезд, наблюдаемых в течение трех или более лет, 22 должны обладать “юпитероподобными” планетами – массой с Юпитер (или крупнее) и орбитой, немного более удаленной от звезды, чем, например, Марс от Солнца. Этот прогноз выглядит оптимистичным и надежным, т.к. основывается на данных об уже изученных звездах...

К сходным выводам пришли астроном Д. Триллинг (Университет штата Пенсильвания, Филадельфия), космохимик Дж. Лунин (Университет штата Аризона, Тусон) и астрофизик В. Бенц (Бернский университет, Швейцария). Они построили теоретическую модель процессов образования далеких планет и сопоставили с тем, что наблюдается “в натуре”. В центре модели – газопылевой диск, при вращении которого скапливающиеся тела образуют планету.

При вращении диска планеты (или их “зародыши”) не только возникают, но и “погибают” в результате гравитационных взаимодействий, нередкое направляющих “новорожденное” тело на столкновение со звездой.

“Выживание” новой планеты зависит от масс – ее собственной и диска, срока его существования и способности притягивать и тормозить молодое небесное тело.

Исследователи многократно изменяли вводные параметры и “создавали” в составе диска все новые планеты на различных, сходных с дистанцией между Юпитером и Солнцем, наблюдая, как меняется их “судьба”, когда диск рассеивается...

Ученые пришли к выводу, что процесс планетообразования весьма “текуч”: множество новых небесных тел быстро возникает и столь же быстро разрушается. Согласно моделям, около двух третей всех “рожденных в компьютере” планет очень скоро перемещаются в “зону повышенной опасности” и поглощаются звездой, прежде чем диск успеет “рассосаться”. Только 10–30% “выживших” планет не достигают звезды и остаются на орбите, близкой к ней. Это соответствует наблюдательным данным: примерно 30% солнцеобразных звезд порождают планеты.

По результатам моделирования, от 70 до 90% “выживающих” гигантских планет “поселяются” слишком далеко от своей звезды, чтобы мы могли их наблюдать существующими ныне методами. Среди них должны находиться и “юпитерообразные” тела.

В подобных системах, в отличие от тех, где близко к звезде наблюдаются гигантские планеты, найдется место и для небольших объектов – не газовых, а “каменистых”, как Земля, на которых жизнь в том или ином ее проявлении не исключена...

“Охота” на “юпитеры” и их меньших “братьев” продолжается. Каждое открытие дает шанс получить ответ на великий вопрос: одиноки ли мы во Вселенной?

Science, 2002, 5555, 605

Ф.СП-1	<p style="text-align: center;"><b>АБОНЕМЕНТ</b></p> <p style="text-align: center;">на <u>газету</u> <b>журнал</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Земля и Вселенная</b></p> <p style="text-align: center;">(наименование издания)</p> <p style="text-align: center;">на ___ год по месяцам:</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> </table> <p>Куда _____ (почтовый индекс) _____ (адрес)</p> <p>Кому _____ (фамилия, инициалы)</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																						
	<p style="text-align: right;">ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ПВ</td> <td style="text-align: center;">место</td> <td style="text-align: center;">литер</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">на <u>газету</u> <b>журнал</b></td> <td colspan="3" style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">70336</div>  <small>(индекс издания)</small> </td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;"> <p><b>Земля и Вселенная</b></p> <p>(наименование издания)</p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Стои- мость</td> <td style="text-align: center;">подписи пере- адресовки</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">_____ руб. _____ коп.</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">_____ руб. _____ коп.</td> <td style="text-align: center;">Количество комплектов</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: center;">на ___ год по месяцам:</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> </table> <p>Куда _____ (почтовый индекс) _____ (адрес)</p> <p>Кому _____ (фамилия, инициалы)</p>									ПВ	место	литер	на <u>газету</u> <b>журнал</b>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">70336</div> <small>(индекс издания)</small>			<p><b>Земля и Вселенная</b></p> <p>(наименование издания)</p>								Стои- мость	подписи пере- адресовки	_____ руб. _____ коп.		_____ руб. _____ коп.		Количество комплектов		на ___ год по месяцам:								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
ПВ	место	литер	на <u>газету</u> <b>журнал</b>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">70336</div> <small>(индекс издания)</small>																																																												
<p><b>Земля и Вселенная</b></p> <p>(наименование издания)</p>																																																																	
Стои- мость	подписи пере- адресовки	_____ руб. _____ коп.		_____ руб. _____ коп.		Количество комплектов																																																											
на ___ год по месяцам:																																																																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																						

## Информация

### “Искусственная звезда” – астрономам подарок

Крупнейший в мире оптический телескоп Обсерватории им. Кека на горе Мауна-Кеа (Гавайские острова) получил в свое распоряжение мощный лазер (18 Вт) оригинальной конструкции. С его помощью на высоте около 100 км над земной поверхностью создает-

ся пятно желтого цвета, чтобы телескоп “избавился” от эффектов турбулентности в атмосфере нашей планеты, обычно “размывающей” изображения небесных тел.

Пятно получается недостаточно ярким, чтобы наблюдать его с Земли невооруженным глазом. Но избежать эффекта мерцания, характерного для всех иных астрономических объектов, оно вполне позволяет. “Искусственная звезда” диаметром около 1 м в телескоп выглядит немного более крупной, чем “настоящая”.

Когда телескоп фокусирует свой “взор” на этом виртуаль-

ном небесном объекте, мощные компьютеры Обсерватории автоматически перепривосабливают подвижные зеркала телескопа так, чтобы эффекты атмосферной турбулентности были компенсированы и не исказили изображение.

В создании лазера принимали участие научные сотрудники Национальной лаборатории им. Лоуренса в Ливерморе (штат Калифорния), возглавляемые физиком Клейв Макс.

Science, 2002, 295, 437

*Дорогие читатели!*

*Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу зеленого цвета “Пресса России” (II полугодие 2002 г., с. 197) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.*

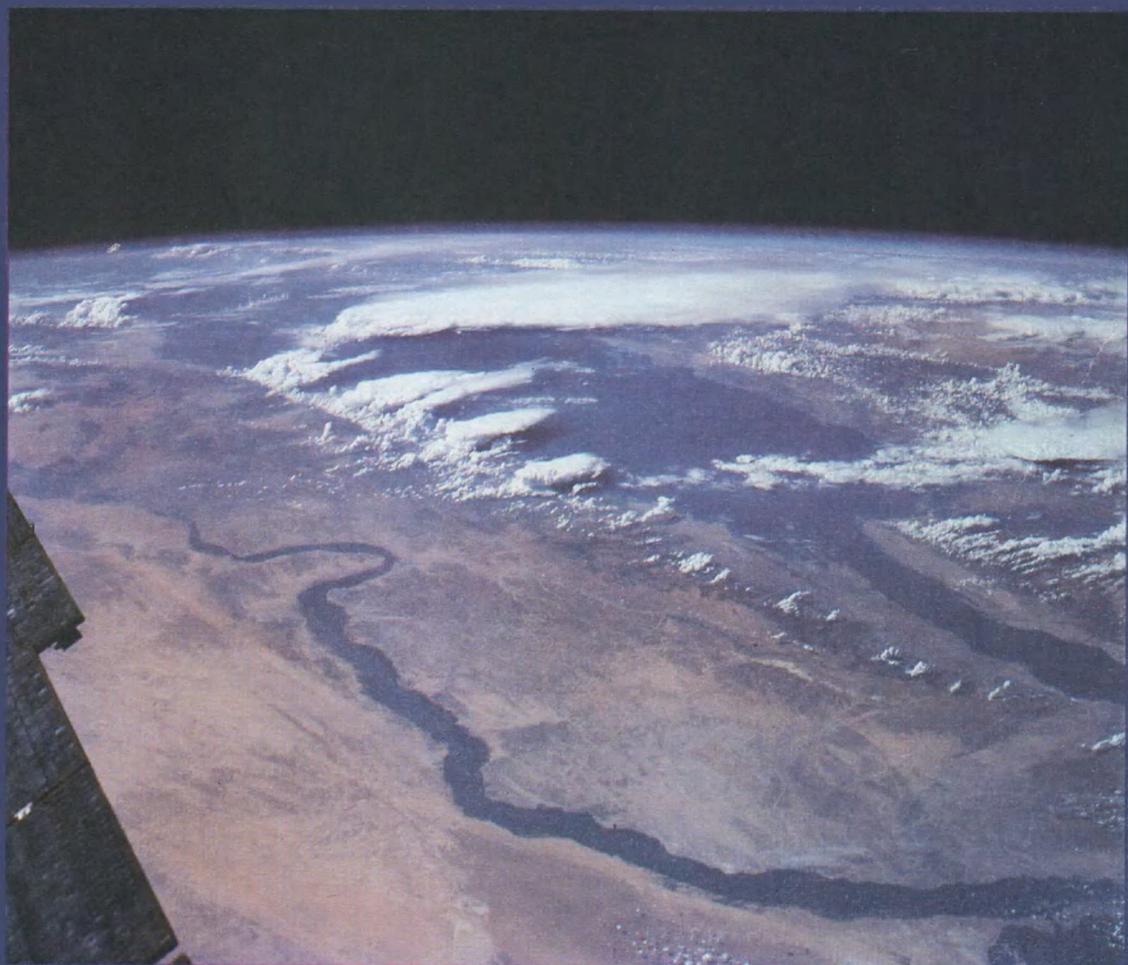
**Заведующая редакцией** Г.В. Матросова. **Зав. отделом астрономии** В.А. Юревич.  
**Зав. отделом наук о Земле** В.А. Маркин.  
**Зав. отделом космонавтики** С.А. Герасютин.

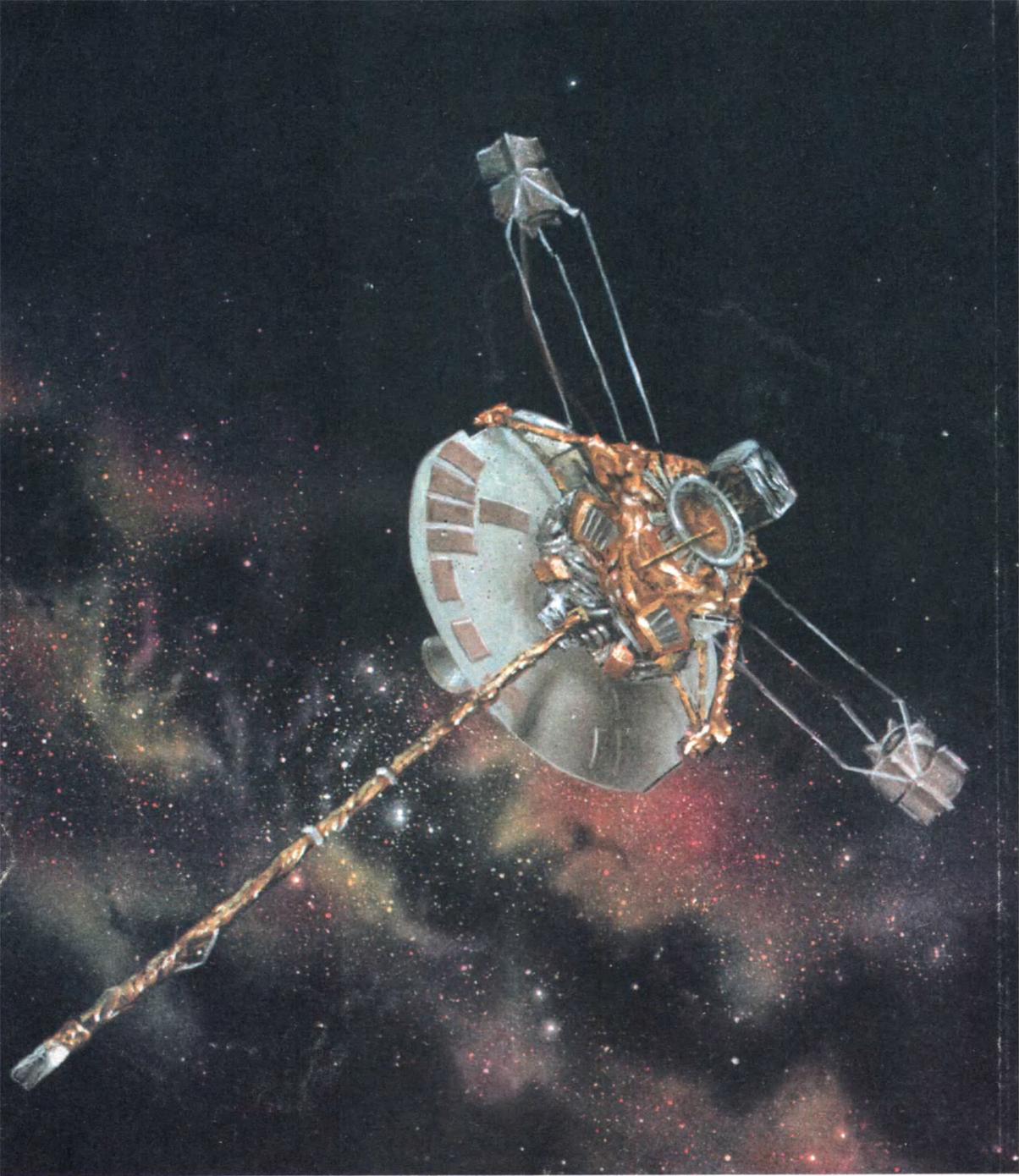
**Художественные редакторы** О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина  
**Литературный редактор** О.Н. Фролова.  
**Мл. редактор** Л.В. Рябцева.  
**Корректор** Л.И. Левашова.  
**Обложку оформила** О.Н. Никитина.

Сдано в набор 08.07.2002. Подписано в печать 26.08.2002. Формат бумаги 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Офсетная печать Уч.-изд. л. 11.3 Усл.печ. л. 9.1 Усл.кр.-отт. 7.4 тыс. Бум. л. 3.5  
Тираж 797 экз. Заказ № 6472

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91  
Учредители: Президиум РАН,  
Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН,  
Академиздатцентр “Наука”

Адрес издателя: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90  
Адрес редакции: 119991 Москва, Мароновский пер., 26  
Телефоны: 238-42-32, 238-29-66  
Отпечатано в ППП “Типография Наука”  
121099 Москва, Шубинский пер., 6





“Наука”  
Индекс 70336