

ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

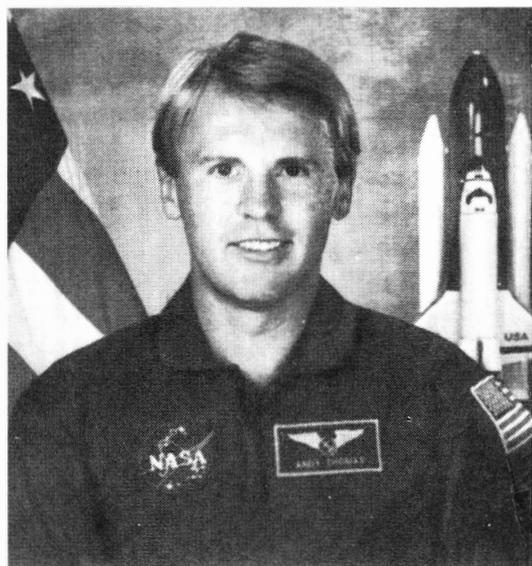
ИЮЛЬ – АВГУСТ 4/98





Экипаж КК «Союз ТМ-27», стартовавший 29.01.98 г. Слева направо: космонавт-исследователь Л. Эйрты (Франция), командир корабля Т.А. Мусабиев и бортинженер Н.И. Бударин. Французский космонавт после выполнения научной программы «Пегас» возвратился на Землю 19.02.98 г.

Фото С.А. Герасютина



Эндрю Томас, американский астронавт, с января по июнь 1998 г. работавший на борту «Мира» по программе NASA-7.

Фото NASA



Научно-популярный журнал
Российской академии наук
и Астрономо-геодезического
общества

Издается с января 1965 года
Академиздатцентр "Наука"
Москва

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

4/98

Новости науки и другая информация: "Космический град" бомбардирует Землю [11]; Новые книги [1754]; Международный год океана [18]; Новый инфракрасный инструмент ЕЮО [35]; Глубокое зондирование неба [37]; Будущая судьба солнцеподобных звезд [42]; Самые массивные звезды [42]; Метеоспутники фиксируют похолодание [49]; Будущие космодромы в Австралии [61]; Солнце в феврале-марте 1998 г. [75]; Как предотвратить распространение ледников? [84]

В номере:

- 3 ФЕДОРОВА А.В. Необычный этап в эволюции звезды
- 12 ГРУЗА Г.В., РАНЬКОВА Э.Я., КЛЕЩЕНКО Л.К. Эль-Ниньо и его слабое эхо в России
- 19 ОСИПОВ В.Г., ШОШУНОВ Н.Л. Космические тросовые системы: история и перспективы

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

- 30 Длительные полеты человека в космос

ЛЮДИ НАУКИ

- 36 Памяти Альберта Петровича Гуляева
- 38 КАНТЕМИРОВ Б.Н. Николай Гаврилович Чернышев
- 43 ЕРЕМЕЕВА А.И. Вселенная Декарта в оценке XX века

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 50 АВСЮК Ю.Н., КОРИКОВСКИЙ С.П., ЯРМОЛЮК В.В. Наука о Земле на пороге XXI века

КОСМОДРОМЫ МИРА

- 55 БЫКОВ С.Н. Космодром "Свободный"

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

- 62 ЛЕСКОВ Л.В. К.Э. Циолковский и российская национальная идея

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 68 Небесный календарь: сентябрь – октябрь 1998 г.

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 76 РОМАНОВ В.Ф. "На тропах Вселенной"
- 79 ГОРОБЕЦ Б.С. Книга академика В.Л. Гинзбурга "О науке, о себе и о других"

ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 85 ГЕРАСЮТИН С.А. Таблица запусков космических аппаратов для исследования Луны

- 95 Письмо в редакцию

- 95 Ответы на письма читателей



© Академиздатцентр "Наука"
Российская академия наук
Журнал "Земля и Вселенная", № 4, 1998 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: Биполярная планетарная туманность M2-9. Находится в созвездии Змееносца на расстоянии 2000 св. лет. Снимок получен Космическим телескопом им. Хаббла с помощью широкоугольной планетной камеры WFPC2 (см. с. 42)

На стр. 3 обложки: Снимок, на котором достигнута рекордная разрешающая способность (27^m) 3,5 метрового Телескопа Новых Технологий Европейской Южной Обсерватории. На снимке около 500 галактик, из них 20% имеют красное смещение $z > 4$ (см. с.:37)

На стр. 4 обложки: Снимок туманности Тарантул (30 Dor) в Большом Магеллановом облаке, полученный на 3,5 метровом Телескопе Новых Технологий Европейской Южной Обсерватории с помощью инфракрасного спектрометра (см. с. 35)

In this issue:

- 3 FIODOROVA A.V. Unusual stage in evolution of star
- 12 GRUZA G.B., RANKOVA E.Ya., KLESHCHENKO L.K. El Ninio and his feeble echo
- 19 OSIPOV V.G., SHOSHUNOV N.L. Space rope systems: history and outlook

OUR INTERVIEW

- 30 Lasting flights of the man in Space

PEOPLE OF SCIENCE

- 36 In memory of Albert Petrovitch Guliaev
- 38 KANTEMIROV B.N. Nikolai Gavrilovitch Tchernyshiov
- 43 EREMEEVA A.I. The Universe of Decartes in the evaluation of XX century

SUMPOSIUM, CONFERENCES, CONGRESS

- 50 AVSIUCK Yu.N., KORIKOVSKY S.P., YARMOLYUCK V.V. The sciences about the Earth on the eve of XXI century

COSMODROMS OF THE WORLD

- 55 BYKOV S.N. Cosmodrom Svobodny

PHILOSOPHICAL PROBLEMS

- 62 LESKOV L.V. K.E. Tsiolkovsky and Russian national idea

AMATEUR ASTRONOMY

- 68 Sky calendar: September – October 1998

THE BOOKS ABOUT THE EARTH AND THE SKY

- 76 ROMANOV V.F. On the paths of the Universe
- 79 GOROBETS B.S. The book of academician V.L. Ginsburg "About science, myself and others"

DOSSIER OF CURIOUS

- 85 GERASYUTIN S.A. The table of launchings of the moon's spacecrafts
- 95 A letter to the editors
- 95 Answers on the letters of writers

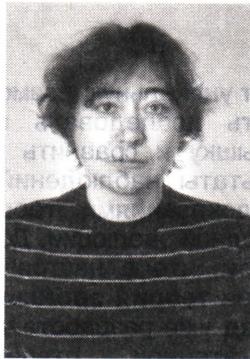
Редакционная коллегия:

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН
Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ
Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН
доктор географ. наук А.А. АКСЕНОВ, академик А.А. БОЯРЧУК,
доктор психол. наук Ю.Н. ГЛАЗКОВ, доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,
доктор физ.-мат. наук И.А. КЛИМИШИН, доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,
доктор физ.-мат. наук И.Н. МИНИН, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,
доктор физ.-мат. наук Г.Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР,
доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ, академик В.В. СОБОЛЕВ, Н.Н. СПАССКИЙ,
доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ,
доктор физ.-мат. наук Г.М. ТОВМАСЯН, академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ,
член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАШУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Необычный этап в эволюции звезды

А.В. ФЕДОРОВА,
кандидат физико-математических наук
Институт астрономии РАН

Время жизни звезды можно разделить на несколько этапов. Некоторые длятся многие миллионы лет, другие более скоротечны. Если на главном этапе жизни звезды ее светимость постоянна (что и обеспечивает возможность существования жизни в окрестностях Солнца), то потом звезда может испытывать резкие и краткие вспышки, обыч-



но совершающиеся глубоко в ее недрах. Постепенно вещество внешних слоев звезды рассеивается в пространстве. И самая последняя вспышка может произойти уже в открытом космосе, будет доступна прямому наблюдению. Именно такое редчайшее явление, шестое в истории астрономии, происходит сейчас с одной из звезд.

ВСПЫШКА ЗВЕЗДЫ САКУРАИ

Немного найдется звезд столь необычных, что они получили имена открывших их астрономов. В 1996 г. японский астроном-любитель Сакураи открыл в созвездии Стрельца звезду, получившую его имя. Теперь ее старательно изучают на многих обсерваториях всего мира.

Эта звезда замечательна тем, что в настоя-

щее время она переживает редкого типа вспышку. До вспышки она представляла собой **ядро планетарной туманности** – очень горячий, только что сформировавшийся **белый карлик**, окруженный веществом, сброшенным звездой в процессе его формирования. Белые карлики – маленькие и плотные звезды. Их радиусы приблизительно в 100 раз меньше солнечного, т.е. по размеру они со-

поставимы с Землей. При этом их массы сравнимы с массой Солнца, и поэтому плотность в недрах таких звезд достигает сотни тонн в 1 см^3 ! Только что сформировавшиеся белые карлики – чемпионы среди звезд по температуре поверхности: она достигает сотни тысяч градусов. (Впрочем, большинство наблюдаемых белых карликов уже успело остыть, и их поверхности не так горячи.)

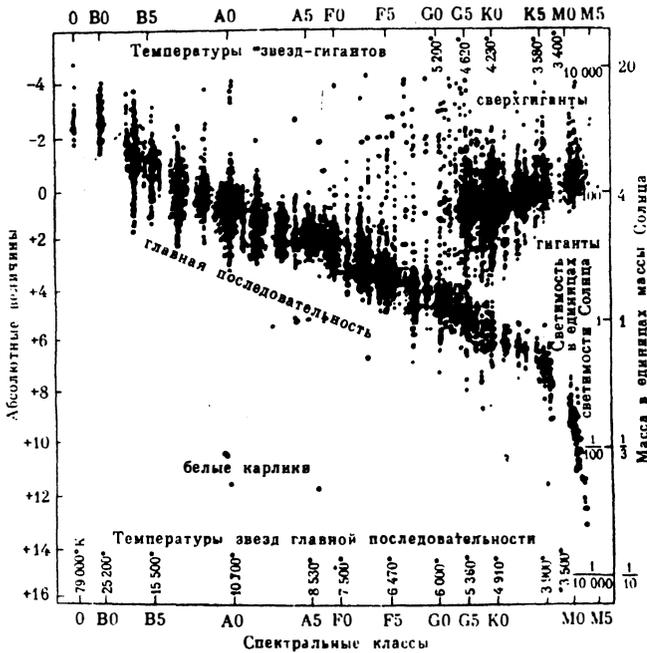


Диаграмма Герцшпрунга-Рессела

По нижней горизонтальной рамке отмечены спектральные классы и температуры звезд главной последовательности, по верхней рамке – то же для звезд последовательности гигантов. По левой вертикальной рамке отмечены абсолютные величины звезд, а по правой рамке – светимости и массы звезд, выраженные в долях светимости и массы Солнца

Такой звезда Сакураи была до вспышки. Однако теперь ее радиус уже в 80 раз превышает солнечный, что означает увеличение размеров звезды более чем в 8000 раз. Температура поверхности упала с 50000 К до 6000 К. Блеск же звезды увеличился на 10 звездных величин (примерно в 10000 раз) вследствие увеличения излучающей поверхности, которое более чем скомпенсировало падение температуры. Таким образом, звезда Сакураи превращается в красного гиганта! Напомним, что красными гигантами в астрономии называются звезды с большими радиусами, но низкими температурами поверхности.

Подобные вспышки представляют собой очень редкое явление. Поэтому звезда Сакураи

дает уникальную возможность исследовать эту вспышку и сравнить результаты наблюдений с предсказаниями теории звездной эволюции. Дело в том, что в настоящее время теория эволюции звезд уже разработана в достаточной степени, чтобы дать объяснение подобным вспышкам и даже рассчитать их теоретически, однако наблюдательного материала для сопоставления теории и реальности явно не хватало (всего шестой случай в истории астрономии!).

Чтобы понять это явление, надо проследить всю предшествующую эволюцию вспыхнувшей звезды – в прежнее время типичной звезды умеренной массы главной последовательности. Согласно современным представлениям, звезда сформирова-

ровалась из плотного облака холодного межзвездного вещества. Это вещество состояло главным образом из водорода и гелия. Доля водорода (по массе) составляла около 70%, и только 2-3% приходилось на долю более тяжелых элементов, чем гелий. На первых этапах существования звезды температура и плотность в ее центральной области были слишком малы для того, чтобы начались термоядерные реакции – основной источник энергии обычных звезд.

Единственным источником энергии недавно образовавшейся звезды было выделение тепла при гравитационном сжатии. Первоначальные размеры звезды на один-два порядка превышали размер Солнца, но за несколько миллионов лет звезда сжалась до радиуса, сравнимого с солнечным. Эта первая стадия эволюции называется стадией гравитационного сжатия. По мере сжатия растут температура и плотность в центральной области звезды, и когда они достигают значений,

при которых начинается термоядерная реакция превращения водорода в гелий, сжатие прекращается. Для звезды солнечной массы это происходит, когда температура достигает 13 млн К, а центральная плотность – 90 г/см³. Начинается самый длительный этап в жизни звезды, на котором эта реакция станет основным источником ее энергии.

Звезды, в ядрах которых горит водород, называются **звездами главной последовательности**. Почему они получили такое название?

В астрофизике существует важная диаграмма, с помощью которой очень наглядно представляется жизненный путь звезды. Она называется **диаграммой Герцшпрунга-Рессела** (ГР) по именам двух выдающихся астрономов, установивших в начале нашего столетия эмпирическую зависимость между светимостью звезд и их спектральным классом (или, что фактически то же самое, температурой поверхности). Светимость – количество энергии, излучаемое звездой в единицу времени. Именно она отложена по вертикальной оси диаграммы Герцшпрунга-Рессела. По горизонтальной оси отложена эффективная температура звезды, причем она не увеличивается вдоль оси, как обычно, а уменьшается, так как именно такое направление ее изменения соответствует традиционному порядку расположения

спектральных классов звезд, принятому в астрономии. По осям диаграммы ГР могут быть отложены и другие величины, однозначно связанные с этими: спектральный класс, показатель цвета, абсолютная звездная величина и т.д.

Подавляющее число звезд располагается по диагонали диаграммы, образуя **главную последовательность** (ГП): это те звезды, в ядрах которых горит водород. Чем больше масса звезды, тем больше ее светимость на этом этапе эволюции и тем выше на диаграмме ГР она располагается. С другой стороны, чем больше масса, тем меньше времени проводит звезда на главной последовательности. Звезда с массой 0,1 М_☉ проведет на ней несколько триллионов лет, наше Солнце – несколько миллиардов лет, а звезда с массой 10 М_☉ – только несколько миллионов лет.

За время пребывания звезды на главной последовательности температура ее поверхности не много уменьшается, а радиус увеличивается, но светимость звезды меняется мало. И вот наступает время, когда запасы водорода в ядре звезды исчерпываются. Начинается новый этап ее эволюции. Условия для горения водорода сохраняются только в тонком промежуточном слое между ядром и оболочкой (горение водорода в слоевом источнике). Необходимая для ядерных реакций температура достигается

поступлением тепла изнутри, от сжимающегося ядра звезды, а водород для этих реакций обеспечивается постепенным сдвигом слоевого источника наружу, туда, где водород еще сохраняется. В области выделения энергии увеличивается давление, и его волна распространяется наружу, что приводит к расширению внешних слоев звезды. Ее радиус увеличивается, а температура поверхности падает, и звезда сравнительно быстро превращается в красный гигант.

Лишенное источников энергии ядро звезды сжимается, так как на этом этапе гравитация оказывается сильнее внутреннего давления его вещества, которое хотя и растет из-за нагрева при выделении энергии от того же гравитационного сжатия, но чересчур медленно. Плотность вещества ядра быстро увеличивается, и оно начинает вырождаться.

ВЫРОЖДЕНИЕ ЗВЕЗДНОГО ВЕЩЕСТВА

Вещество в недрах звезды представляет собой **плазму**: вследствие высокой температуры почти все электроны оторваны от ядер атомов. В результате получается смесь двух газов – ионного и электронного. (Несмотря на очень большую плотность, плазма – это действительно газ, а не твердое вещество, так как расстояния между частицами значительно превышают их размеры.) Ча-

стицы плазмы подчиняются фундаментальному закону квантовой механики – **принципу Паули**, запрещающему двум частицам в одной системе иметь состояния с одинаковыми параметрами. Рассмотрим, например, атом, имеющий много электронов. На внутренней квантовой орбите могут находиться только два электрона, а остальные “обязаны” двигаться по орбитам с большими энергиями. Принцип минимизации энергии системы здесь не действует.

В применении к электронному газу в недрах звезд роль системы начинает играть совокупность электронов в единице объема. В обычном, невырожденном состоянии скорости электронов определяются температурой вещества и подчиняются распределению Максвелла, при котором основная часть электронов имеет скорость, близкую к средней для данной температуры. Однако при увеличении числа электронов в единице объема все состояния со скоростями, близкими к средней и меньшими ее, быстро оказываются “занятыми”. В результате электроны вынуждены занимать состояния с более высокими скоростями. Чем больше максимальная скорость электронов отстоит от той, которая была бы средней в обычном веществе при его температуре, тем сильнее вырождение. Может случиться, что максимальная скорость электронов в веществе приближается

к световой, тогда говорят о релятивистском вырождении. Вещество становится вырожденным при достижении им определенной плотности, и этот нижний предел плотности зависит от температуры

$$\rho > \rho_{кр} = 4,8 \cdot 10^{-8} T^{3/2} \text{ г/см}^3$$

От скоростей частиц газа зависит его давление – оно тем больше, чем больше эти скорости. Поэтому вырождение резко увеличивает давление вещества. Чем больше плотность и чем сильнее вырождение, тем меньше давление зависит от температуры. При полном вырождении оно определяется только плотностью.

Явление вырождения электронного газа приобретает большое значение на поздних стадиях эволюции звезд, когда исчерпывается все ядерное топливо. Если масса звезды в это время меньше определенного значения, называемого **пределом Чандрасекара** и близкого к $1,2 M_{\odot}$, то давление вырожденного электронного газа способно противостоять гравитации и остановить сжатие лишней энергии звезды. Именно так, как мы увидим ниже, будет обстоять дело для звезды Сакураи.

Хотя это и не относится прямо к нашей теме, все же будет интересно рассмотреть вкратце судьбу более массивных звезд. Если масса звезды больше предела Чандрасекара, гравитация окажется сильнее, и сжатие звезды будет продолжаться. Однако существ-

вует еще одно изменение состояния вещества, которое способно остановить сжатие, если масса звезды будет меньше второго предела, равного приблизительно $2 M_{\odot}$. Это изменение наступает тогда, когда плотность вещества почти на 10 порядков превзойдет плотность белого карлика. Произойдет **нейтронизация** звездного вещества: электроны вместе с протонами образуют нейтроны, и свойства вещества будут напоминать свойства атомного ядра (Земля и Вселенная, 1993, № 2). Давление такого вещества снова оказывается способно противостоять гравитации. Получившийся объект – это **нейтронная звезда**. Ее радиус равен примерно 10 км, а скорость вращения вокруг оси может достигать нескольких сотен оборотов в секунду! Если же масса звезды больше упомянутого выше второго предела, то потерявшую ядерное топливо звезду уже “ничто не спасет”. Согласно буквальному смыслу формул, ее сжатие будет продолжаться, пока звезда не сожмется “в точку”. Однако из-за эффектов общей теории относительности этот процесс для внешнего наблюдателя растянется на бесконечное время, хотя в собственной системе отсчета звезды оно закончится за время, не большее часа. Такие сжимающиеся объекты называются **черными дырами**.

Вернемся снова к свойствам вырожденного

звездного вещества и выясним, как будет протекать горение ядерного топлива в вырожденном веществе. Эта проблема очень актуальна для поздних стадий эволюции звезд: если горение водорода протекает в невырожденном веществе, то горение следующего ядерного горючего – гелия – может уже протекать в условиях сильного вырождения. Скорость ядерных реакций очень сильно зависит от температуры, однако давление сильно вырожденного вещества практически от нее не зависит. Пусть в вырожденном веществе началась термоядерная реакция. В результате выделения энергии температура начнет быстро расти, что приведет к ускорению реакции и дальнейшему повышению температуры. В обычном веществе область ядерного горения быстро бы расширилась из-за повышения давления, что привело бы к падению температуры и установлению равновесного состояния. Однако в вырожденном веществе этого не происходит, вместо этого получается лавинный рост температуры в области горения, его не может остановить даже ускорение темпов потери энергии из-за уноса ее нейтрино.

Когда температура повысится настолько, что соответствующие ей средние скорости частиц будут сравнимы с высокими скоростями вырожденных электронов, вырождение снимается, и вещество опять поведет

себя как обычное. Поскольку вещество разогрето до высоких температур, оно начнет очень быстро расширяться. Таким образом, горение ядерного топлива в сильно вырожденном веществе будет нестационарным и время от времени может приводить к резкому расширению области горения. Это явление может проявиться в виде **вспышки звезды**.

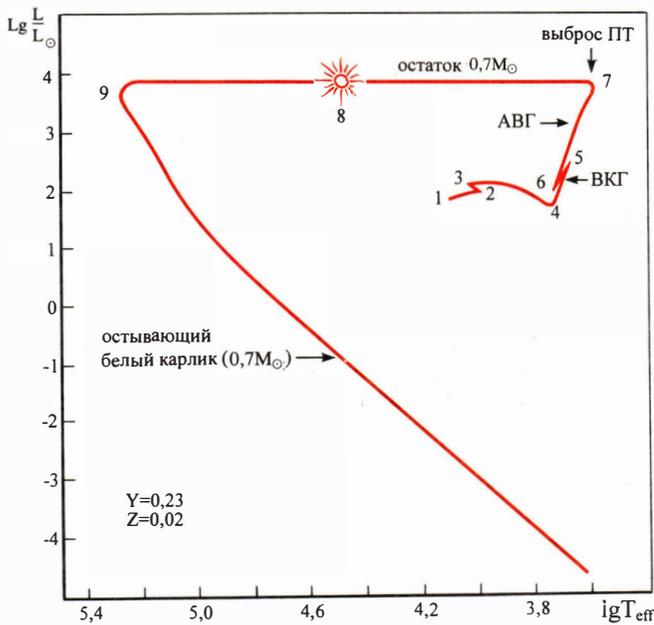
ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗДЫ
УМЕРЕННОЙ МАССЫ ПОСЛЕ
ВЫГОРАНИЯ ВОДОРОДА
В ЯДРЕ

Продолжим рассмотрение эволюции звезды умеренной массы. Будем считать таковой звезду с начальной массой от $2,5 M_{\odot}$ до $\sim 8 M_{\odot}$. Итак, после выгорания водорода в ядре ее эволюция характеризуется двумя процессами: сжатием ядра и расширением внешней области из-за горения водорода в слоевом источнике. Вначале блеск звезды увеличивается из-за появления нового источника энергии. Но через некоторое время определяющим процессом становится расширение оболочки, вызванное горением водорода в слоевом источнике, и звезда начинает быстро двигаться по диаграмме почти в горизонтальном направлении – блеск ее остается постоянным, несмотря на падение температуры. Звезда превратится в красный гигант, после чего ее блеск снова начнет постепенно возрастать. Время жизни звезды на

стадии красного гиганта приблизительно в 10 раз меньше, чем на главной последовательности.

Теперь возникает еще одно важное для звезды явление: она начинает терять вещество со своей поверхности. Одна из основных причин потери вещества – давление излучения на пылинки, образующиеся в протяженной и сравнительно холодной внешней оболочке красного гиганта. Темп потери массы на этой стадии эволюции достигает 10^{-5} – $10^{-7} M_{\odot}$ в год, он тем больше, чем больше светимость звезды и ее радиус. Этот процесс поддается непосредственному наблюдению, так как благодаря эффекту Доплера спектральные линии в движущемся наружу (т.е. к наблюдателю) веществе смещены в сторону более коротких длин волн. Именно процесс потери массы и приводит впоследствии к тому, что из красного гиганта получается белый карлик.

Рассмотрим процессы в центральной области звезды. В ходе ее сжатия происходит разогрев вещества. Если начальная масса звезды была меньше некоторой величины, а теоретические оценки этого предела колеблются от $0,8$ до $\sim 2,5 M_{\odot}$, то масса сформировавшегося внутри ядра недостаточна, чтобы выделившаяся при сжатии энергия разогрела его до такой степени, чтобы началось ядерное горение гелия. Звезда превратится в остывающий белый карлик, состоящий из гелия. Воз-



Эволюционный трек одиночной звезды с массой $3 M_{\odot}$ (по осям: вертикальная – логарифм отношения светимости звезды L к светимости Солнца L_{\odot} ; горизонтальная – логарифм эффективной температуры поверхности звезды). Выделены участки: 1–2 – смещение звезды на диаграмме ГР за время нахождения ее на главной последовательности; 2–3 – прекращение горения водорода, начальное сжатие ядра звезды; 3–4 – горение водорода в слоевом источнике, переход звезды в фазу красных гигантов; 4–5 – ветвь красных гигантов (ВКГ), расширение оболочки, перемешивание вещества звезды; 5–6 – горение гелия в ядре звезды; 6–7 – асимптотическая ветвь красных гигантов (АВГ), горение гелия и водорода в слоевых источниках, интенсивная потеря вещества с поверхности; 7–9 – сброс оболочки, образование планетарной туманности (становится видимой около точки 8); 9–10 – остывание углеродно-кислородного белого карлика

можно, что такова будущая судьба нашего Солнца. Но если масса звезды достаточно велика, температура и плотность увеличиваются до тех значений, при которых подобное горение возможно. Для звезды с начальной массой $3 M_{\odot}$, горение гелия начнется при температуре 90 млн К и плотности 300 кг/см^3 . В дальнейшем процесс идет при температурах в сотни млн К. В результате синтезируются ядра углерода и кислорода. Численные исследования показали, что горение гелия будет нестационарным, и будут иметь место **гелиевые вспышки**, о которых уже шла речь.

В конце концов гелий в центре звезды тоже иссякнет и процесс повторяется на новом уровне: начинается горение гелия в оболочке, окружающей формирующееся **углеродно-кислородное яд-**

ро. Кроме того, еще продолжается горение водорода в слоевом источнике. Внутреннее строение звезды становится весьма сложным. На этой стадии эволюции звезда располагается в том участке диаграммы ГР, который называют асимптотической ветвью красных гигантов. Эволюцию звезды определяют теперь три процесса: горение гелия в слоевом источнике, горение водорода в слоевом источнике и потеря вещества с поверхности. Горение гелия в слоевом источнике, так же как и в ядре, является нестационарным и может приводить к вспышкам. Отметим однако, что это еще не такие вспышки, как у звезды Сакураи: они происходят глубоко в недрах звезды и потому по-другому влияют на изменения внешнего вида звезды. Звезда на этой стадии все еще – красный ги-

гант, и будущий белый карлик является пока всего лишь ядром этого гиганта.

Крайне важный фактор здесь, важный в самом широком смысле слова, для природы в целом, – резкое усиление процесса **нуклеосинтеза** тяжелых элементов, вызванное такого рода вспышками. Они приводят к перемешиванию вещества в звезде, и атомы водорода и гелия оказываются в соседстве с атомами углерода в условиях высоких температур и плотностей. В такой смеси значительно увеличивается интенсивность и разнообразие ядерных реакций. При некоторых из них об-

разукотятся свободные нейтроны, движущиеся сравнительно медленно. Они способны проникать внутрь ядер других химических элементов и “застревать” в них. Ядра с переизбытком нейтронов нестабильны. Один из “лишних” нейтронов в ядре распадается с образованием электрона, вылетающего из ядра, и протона, повышающего на единицу атомный номер ядра. Появляются ядра все более тяжелых элементов. Такой процесс нуклеосинтеза называется в астрофизике **s-процессом**. (От английского слова slow – медленный.)

Наконец, происходит событие, которым и заканчивается эволюция звезд умеренной массы: **сброс оболочки** и возникновение молодого горячего вырожденного углеродно-кислородного белого карлика. В результате окончательного сброса оболочки звезды образуется **планетарная туманность** (Земля и Вселенная, 1985, № 5). С современной точки зрения название не следует считать удачным, так как оно наводит на мысль о планетной системе. На самом деле эта туманность не имеет ничего общего с протопланетными дисками вокруг молодых звезд, из которых формируются планеты, это лишь сброшенная оболочка почти прошедшей свой жизненный путь звезды. Но по внешнему виду некоторые из них действительно похожи на зеленые диски планет, потому их первооткрыва-

тель Вильям Гершель и дал им такое название, когда, ободренный открытием Урана, искал другие планеты Солнечной системы, надеясь опознать их по наличию видимого диска.

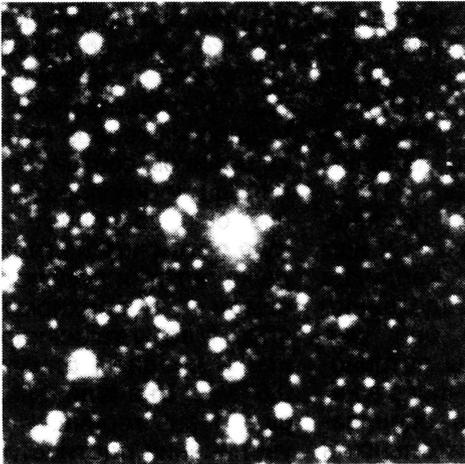
Планетарные туманности вокруг близких к нам горячих белых карликов можно непосредственно наблюдать, и они уже давно известны астрономам. Их общее число в нашей Галактике оценивается приблизительно в 5000. Целый ряд таких туманностей был детально исследован. Наблюдения показывают, что сброшенные оболочки красных гигантов расширяются со средней скоростью 20 км/с и в результате сравнительно быстро рассеиваются в пространстве. Среднее время их жизни составляет всего лишь около 5000 лет.

Причины, по которым выброс вещества с поверхности резко увеличивается в ходе эволюции звезды вдоль асимптотической ветви гигантов, до сих пор полностью не ясны и продолжают оставаться предметом интенсивных научных исследований. Вероятно, здесь действует не только давление излучения на “запыленное” вещество оболочки, но и другие механизмы (колебательные процессы, сильная конвективная неустойчивость и т.п.). На сброс оболочки должны оказывать влияние и вспышки при горении гелия в слоевом источнике.

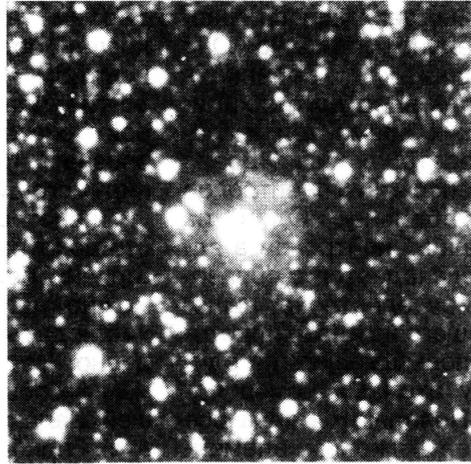
Вернемся снова к тому что образовавшемуся

белому карлику. На той стадии эволюции, когда его окружает сброшенная оболочка, он называется ядром планетарной туманности. Теперь он почти целиком состоит из углерода и кислорода, но все еще сохраняет **тонкую оболочку** из гелия и даже остатки водорода в самом поверхностном слое. Массы таких карликов в среднем близки к $0,6 M_{\odot}$. Вначале звезда еще очень горяча. И при увеличении плотности горячего гелиевого слоя в нем снова могут возникнуть условия для горения гелия. Согласно оценкам, полученным в теории эволюции звезд, это может случиться у 10% только что образовавшихся белых карликов. Поскольку вещество в слое горения гелия поначалу вырождено, загорание гелия заканчивается вспышкой, приводящей к расширению внешних слоев звезды. Такая вспышка называется **финальной слоевой гелиевой вспышкой**, а красный гигант, в который быстро превращается в ходе вспышки белый карлик, – вновь рожденным красным гигантом. Именно финальная гелиевая слоевая вспышка и наблюдается сейчас у звезд Сакураи. Мы уже упоминали, что астрономы знают еще пять объектов, переживающих ту же стадию. Это звезды **FG Стрелы** и **V 605 Орла**, а также ядра планетарных туманностей Abell 30, Abell 78 и N 66.

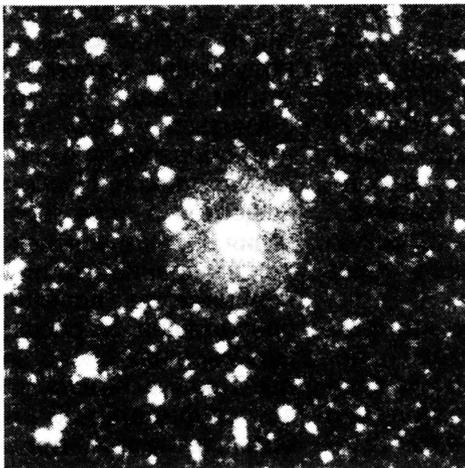
Звезда FG Стрелы плохо изучена астрономами, и о ней можно расска-



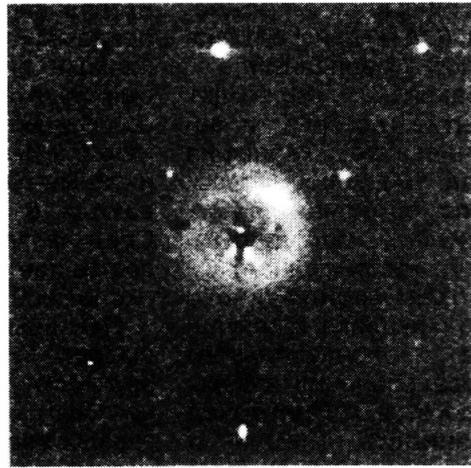
665 nm



656 nm



501 nm



Nebula

зять подробнее. Она привлекла внимание еще в 1913 г., когда обнаружили ее переменность и отнесли к типу неправильных переменных. Расположена она в центре туманности радиуса ~ 2 пк. Блеск звезды постепенно возрастал от $13,6^m$ в 1894 г. до $9,6^m$ в 1965 г. Спектральный класс изменился от V4 I в 1960 г. до G2 I в 1975 г., что соответствует падению температуры поверхности от ~ 28000 К

до 5000 К. Однако ее суммарная светимость по всем длинам волн (болومترическая) за это время оставалась постоянной (-4^m). С конца 60-х отмечается возрастание количества тяжелых элементов – продуктов s-процесса, в ее атмосфере. Согласно теории внутреннего строения звезд, они образуются на границе кислородно-углеродного ядра, имеющего диаметр только $0,1 R_{\odot}$. Радиус же

Различные стадии сброса оболочки и финальной гелиевой вспышки звезды Сакураи (снимки получены на Европейской Южной обсерватории)

звезды в это время был $30 R_{\odot}$. Теория пока не может объяснить, каким образом эти элементы могли достичь поверхности звезды за короткое время. В конце 70-х гг. звезд

да начала пульсировать при непрерывно возрастающем периоде пульсаций, достигшем 90 дней в 1988 г. В конце этого срока ее параметры составили: масса – $0,8 M_{\odot}$, радиус – $90 R_{\odot}$. Светимость FG Стрелы в 15000 раз превосходила солнечную.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВСПЫШКИ И ЕГО СРАВНЕНИЕ С НАБЛЮДЕНИЯМИ

Вследствие исключительной сложности расчета подобных вспышек, до сих пор выполнено только одно такое исследование. В 1995 г. известный американский астрофизик И. Ибен совместно с Дж. Макдональдом рассчитали финальную гелиевую вспышку углеродно-кислородного горячего белого карлика с массой $0,6 M_{\odot}$, имеющего тонкую гелиевую оболочку. Предполагалось, что в ней содержится также некоторое количество водорода, примерно один атом на шесть атомов гелия. Теоретические расчеты позволяют выявить

все детали процесса вспышки. Поток энергии, выделяющийся при ней, настолько велик, что лучистая теплопроводность не в состоянии обеспечить его перенос наружу и начинается конвекция. В результате вещество поверхностных слоев перемешивается с веществом более глубоких недр. На поверхность выносятся продукты ядерного горения, а внутрь попадают водород и гелий из внешних слоев. Это снова должно усиливать нуклеосинтез в ходе s-процесса.

Сравнение результатов расчетов с наблюдениями звезды Сакураи показывает, что эти предсказания успешно подтверждаются. Действительно, содержание водорода в поверхностных слоях звезды уменьшилось за время вспышки в пять раз, зато значительно увеличилась концентрация некоторых металлов: цинка, стронция, иттрия. Наблюдаемые значения концентраций тяжелых элементов свиде-

тельствуют: выносимое конвекцией на поверхность вещество подверглось s-процессу.

Скорость увеличения светимости звезды Сакураи и скорость изменения ее химического состава оказались более высокими, чем в расчетах Ибена и Макдональда. (Второе свойство остается необъясненным и для FG Стрелы.) Астрофизики считают необходимым выполнить более широкий ряд расчетов с различными начальными параметрами.

Дальнейшую судьбу звезды Сакураи можно предсказать достаточно определенно. Ее лебединая песня не будет долгой. Через несколько лет светимость и радиус звезды начнут уменьшаться, и постепенно она снова превратится из вновь рожденного красного гиганта в горячего белого карлика. Дальнейшая ее эволюция будет представлять собой стандартное (для белых карликов) длительное остывание.

Информация

“Космический град” бомбардирует Землю

Более 10 лет назад научный сотрудник Университета штата Айова (США) Луис Франк выдвинул предположение, что в атмосферу нашей планеты примерно 20 раз в мин вторгаются глыбы космического льда величиной с дом и мас-

сой около 20 т (2×10^9 т/год). Эти миникометы остаются незамеченными и не представляют угрозы, поскольку, нагреваясь при трении о воздух, испаряются в сотнях и тысячах километров от поверхности Земли. Такой вывод был основан на данных, полученных со спутника “Dynamics Explorer”.

В мае 1997 г. Л. Франк подтвердил свои выводы, опираясь на результаты наблюдений со спутника “Polar”. Приборы на нем зафиксировали пролет гигантских обломков льда, направляющихся из космоса к Земле. Кроме того, обнару-

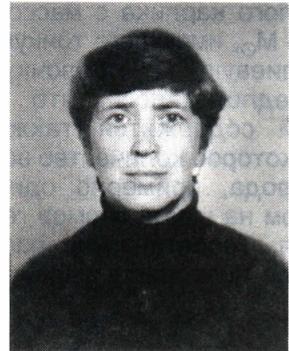
жены небольшие “отверстия” на фоне ультрафиолетового излучения, идущего от Земли. Они могут возникать, когда такое излучение поглощается облаками, образующимися при вторжении льда в атмосферу.

Обнаруженное явление, возможно, заставит пересмотреть сложившиеся представления о количестве влаги в верхней атмосфере Земли и вообще об истории ее гидросферы.

New Scientist, 1997, 154, 7

Эль-Ниньо и его слабое эхо в России

Г.В. ГРУЗА,
доктор физико-математических наук
Э.Я. РАНЬКОВА,
кандидат физико-математических наук
Институт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН
Л.К. КЛЕЩЕНКО,
кандидат географических наук
Всероссийский НИИ Гидрометеорологической
Информации – Мировой Центр Данных Росгидромета



Среди различных изменений климата на Земле особое место занимают нерегулярные колебания типа Эль-Ниньо. В последние годы это явление стало обращать на себя внимание. Начи-

ная с середины 1997 г. оно развивается в таком темпе, что следует ожидать самого сильного за весь XX век эффекта Эль-Ниньо. Авторы статьи впервые установили статистические связи

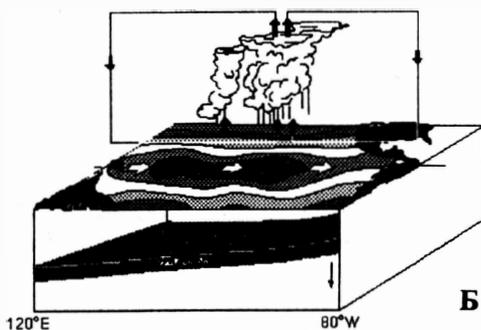
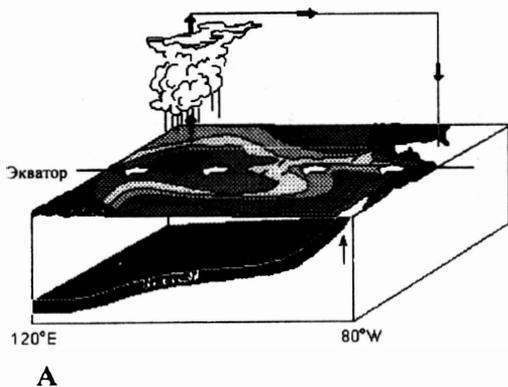
метеорологических условий в умеренных широтах Российской Федерации с индексами интенсивности Эль-Ниньо. Влияние оказалось реальным, хотя и довольно слабым.

ЮЖНОЕ КОЛЕБАНИЕ
РАСКАЧИВАЕТ ОКЕАН

Огромные массы океанических вод играют важней-

шую роль в формировании режима климата и погоды. Особенно существенно это влияние в тропической зоне и южном полушарии.

Еще в начале 20-х гг. нашего столетия известный британский метеоролог Дж. Уокер ввел понятие о **Южном Колебании**



(ЮК). Так он назвал одну из колебательных систем атмосферной циркуляции, в которой воздушные массы перераспределяются между индонезийским экваториальным центром низкого давления и субтропическим южно-тихоокеанским антициклоном. ЮК – крупнейшая составляющая среди разномасштабных нерегулярных колебаний в системе океан–атмосфера. Колебание происходит в **тропической зоне Тихого океана** и наиболее ярко обнаруживается при сопоставлении изменений атмосферного давления на уровне моря на востоке и западе океана: на острове Таити и в г. Дарвин (Австралия). Тщательный анализ наблюдений за 100 лет показал, что давление на восточной и западной окраинах Тихого океана находится почти строго в противофазе. Происходит как бы качание: вы-

сокому давлению на востоке (положительная аномалия) соответствует низкое на западе (отрицательная аномалия) и наоборот. Это напоминает колебания жидкости в тарелке, которую неосторожно наклонили. Нужно только вообразить тарелку... размером с Тихий океан.

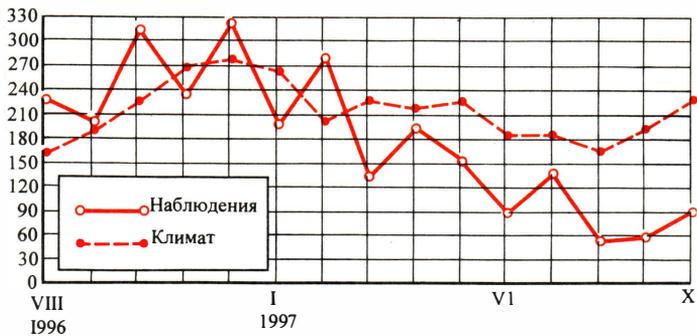
Обычно пассатные ветры в экваториальной зоне дуют с востока на запад, вызывая подъем холодных вод у побережья Южной Америки (апвеллинг), а также Перуанское холодное течение. При этом конвективная ячейка в атмосфере соответствует образованию облачности и осадков в западной части (Индонезия) и нисходящим движениям воздуха в засушливых условиях на востоке (Чили).

Для характеристики Южного колебания применяется специальный индекс ЮК (по-английски – SOI). Это функция дав-

Явление Эль-Ниньо возникает, когда значительно повышается температура воды в экваториальной зоне Тихого океана. А – обычные условия: пассатные ветры, дующие с востока на запад, вызывают подъем холодных вод у побережья Южной Америки. Б – развитие Эль-Ниньо: происходит опускание вод у берегов Южной Америки, возникает теплое течение с запада на восток, куда смещается и область конвекции с сильными осадками

ления атмосферы на выбранных станциях.

Если температура воды в экваториальной зоне Тихого океана значительно повышается, то индекс ЮК – отрицателен, и ему соответствует явление “Эль-Ниньо”, если понижается – положителен, и тогда развивается противоположный процесс, обозначаемый термином “Ла-Нинья”. По-испански это означает “Младенец”, соответст-



Так изменялись месячные суммы атмосферных осадков в экваториальной зоне западной части Тихого океана с августа 1996 г. по октябрь 1997 г. на фоне их климатических норм. По мере развития Эль-Ниньо-1997 осадки катастрофически убывали, достигая лишь 30% нормы, что соответствует жестокой засухе

венно, мужского и женского пола. Так южноамериканские рыбаки издавна называют события погоды, совпадающие по времени с Рождеством (Земля и Вселенная, 1996, № 4).

При Эль-Ниньо картина существенно меняется. В узкой экваториальной зоне возникает **теплое течение с запада на восток**, куда смещается и область конвекции с сильными осадками, а у берегов Южной Америки происходит опускание поверхностных вод.

Известный норвежский метеоролог **Якоб Бьеркнес** еще в 60-х гг. предложил рассматривать Южное Колебание и Эль-Ниньо вместе как **единое явление**, образующее флуктуации в климатической системе **“атмосфера-океан”**. Это представление было развито в последующих исследованиях. В настоящее время для обозначения гидрометеорологического процесса, очень важного для понимания перемен погоды, как осознается в последние годы, применяется единая аббревиатура – ЭНЮК (т.е. Эль-Ниньо – Южное Колебание).

Следует отметить, что Южное Колебание относится к “медленным” процессам. Оно обнаруживается после отфильтровывания колебаний с периодами менее одного-двух месяцев. Эпизоды же крупных Эль-Ниньо обычно продолжаются на протяжении двух лет. В середине первого года начинается развитие процесса, при котором максимум температуры воды и минимум ЮК достигаются в декабре или январе второго года. Это создает определенные трудности в распознавании климатического влияния ЭНЮК в различных регионах Земли.

Наиболее интенсивное Эль-Ниньо в этом столетии отмечено в 1982-83 гг. Последствия – тысячи человеческих жертв и более 13 млрд долларов ущерба из-за распространения в Южной Америке и Восточной Австралии засух, в Индонезии – лесных пожаров, в Бразилии и Перу – наводнений. Но наметившиеся в 1997-98 гг. аномалии температуры и осадков становятся все более значительными.

В течение всего периода, вплоть до февраля и

марта 1998 г. температура поверхности воды в центральной части Тихого океана держалась на уровне 29°C, что на 4°C выше нормы. В результате произошло существенное перераспределение атмосферных осадков в экваториальной и приэкваториальной зонах. Значительно больше, чем обычно, выпало осадков в центральной и восточной частях Тихого океана. Очень много дождей было в мае-августе 1997 г. над обычно засушливой центральной частью Чили, а в период с октября 1997 г. по март 1998 г. – на севере Аргентины. Небывалой силы ливни пролились над экваториальной частью Восточной Африки в октябре-декабре 1997 г., и в январе-феврале 1998 г. (на 1000 мм) превысили норму суммы осадков в Кении. Хотя и не в такой степени, но все же заметно увеличенными были осадки в Калифорнии и Флориде. И в то же время исключительная засуха поразила Индонезию и экваториальную часть Южной Америки.

Условия “теплого эпизода” Эль-Ниньо сохраняются и в апреле 1998 г.;

по прогнозу возвращение к нормальным условиям произойдет в июне. Последствия в приэкваториальном поясе Земли могут ощущаться еще до конца года. Однако они останутся практически незаметными в умеренных широтах северного полушария: в Европе и на большей части Азии, в том числе и на территории России. Эль-Ниньо не угрожает стихийными бедствиями нашей стране. До последнего времени считалось даже, что грандиозные, по сути, сдвиги в атмосферной циркуляции вблизи экватора никак не сказываются на формировании погоды в пределах территории России. Потребовалось применить изощренно тонкую методику, чтобы все-таки обнаружить влияние Эль-Ниньо (“отклик”) в атмосфере над Россией, хотя и очень слабое.

КАК НАПАСТЬ НА “СЛЕД” ЭЛЬ-НИНЬО

Атмосфера настолько подвижна и неустойчива, что отыскать причину происходящих в ней изменений чрезвычайно трудно, особенно если причина находится достаточно далеко.

Чаще всего метеорологи используют корреляционный анализ для установления связей между различными явлениями. Но корреляционные связи выявляют сильную зависимость, когда признаки явлений определены. В формировании ЭНЮК такой точности нет. Ампли-

тудно-фазовый анализ, предложенный американскими метеорологами Ч. Ропелевски и М. Хальпертом, возможно здесь подходит больше. Суть его в том, что для 24-месячных серий колебаний температуры воздуха и осадков, соответствующих двухлетним эпизодам Эль-Ниньо, определяются области, в центре которых атмосферные процессы имеют практически одинаковые амплитуду и фазу. Это регионы с одинаковым откликом, который можно использовать для прогноза в годы Эль-Ниньо.

В глобальном поле осадков выделено 17 регионов, где определенное влияние ЭНЮК отчетливо. Наиболее выраженные области такого влияния – на западе и в центре экваториальной части Тихого океана.

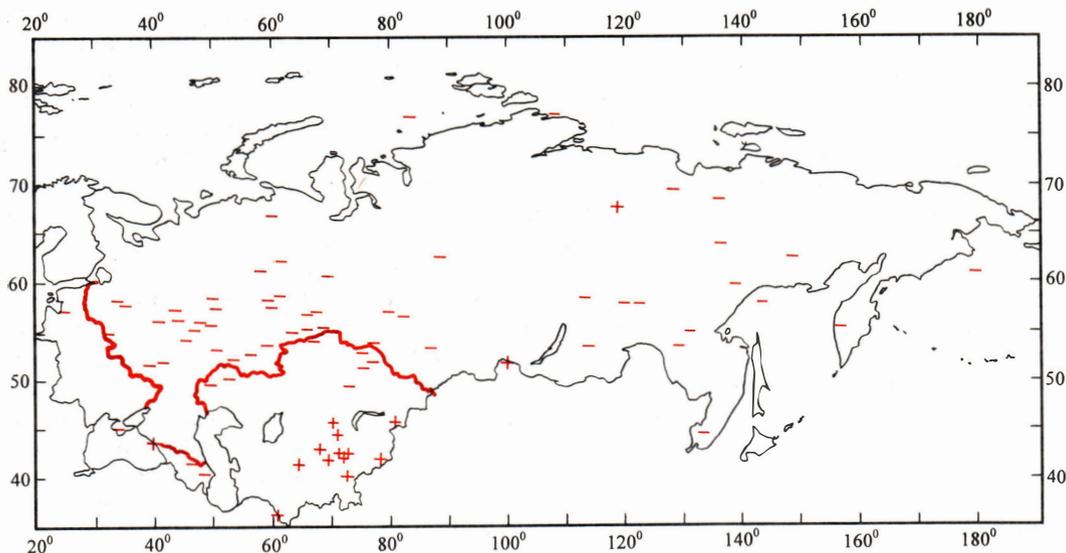
Примененный нами композиционный метод сопоставляет не линейные зависимости, как корреляционный анализ, а статистические характеристики “типовых выборов” из совокупности распределений в пространстве температур и осадков. Чаще всего сравниваются средние значения, а в некоторых случаях – рассматривается распределение вероятностей.

Регулярно получаемые с начала 60-х гг. данные о температуре океана в тропиках позволили выявить статистические зависимости, характеризующие степень влияния процессов ЭНЮК на условия формирования погоды в различных регионах.

На экваторе и в тропиках эти связи прямые и последствия вполне конкретные: засухи в Юго-Восточной Азии и Австралии, избыточное увлажнение в Южной Америке, резкие колебания суммы осадков в африканских пустынях.

При анализе глобального поля температуры воздуха оказалось, что в 12 регионах изменения температуры связаны с низкой фазой Южного колебания (Эль-Ниньо), а в 11 регионах – с высокой (Ла-Нинья). В 9 из этих областей в распределении температуры обнаруживается влияние обеих фаз Южного колебания. Во внетропических широтах открыты области, откликающиеся на низкую фазу Южного колебания: три – в Северной Америке и одна – в Японии. Распределения температуры, связанные с высокой фазой Южного колебания, выявлены во внетропических широтах в Японии, Западной Европе и на северо-западе Северной Америки. На территории России какой-либо реакции на ЭНЮК до сих пор отмечено не было.

Авторы статьи решили проверить, действительно ли в приземных метеорологических полях для территории бывшего СССР сигнал ЭНЮК отсутствует. Эта работа была поддержана РФФИ в рамках проектов 97.05–65102 и 96.05–64883. Были изучены корреляционные связи температуры воздуха и осадков во все месяцы года с индексом Южного



колебания со сдвигами вплоть до двух лет, а также условные статистики этих величин в годы с Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Использовались данные метеорологических наблюдений (средняя месячная температура воздуха и месячные суммы осадков) на 1383 станциях земного шара за 1901-96 гг., а также каталоги событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья с начала века. Всего за это время насчитывается **22 теплых эпизода** (Эль-Ниньо): 1902, 1905, 1911, 1914, 1918, 1923, 1925, 1930, 1932, 1939, 1941, 1951, 1953, 1957, 1965, 1969, 1972, 1976, 1982, 1986, 1991, 1994.

Холодных эпизодов (Ла-Нинья) – всего 18. Наблюдались они в следующие годы: 1904, 1909, 1910, 1915, 1917, 1924, 1928, 1938, 1950, 1955, 1956, 1964, 1970, 1971, 1973, 1975, 1988, 1995.

Это – годы-реперы. Для каждого из климати-

ческих параметров (температура воздуха и осадки) и каждого календарного периода (месяц, сезон, полугодие) рассматриваются три набора статистик на каждой из 1383 станций: по всему ряду и по двум выборкам лет – для Эль-Ниньо и Ла-Нинья, соответственно.

Оказалось, что ЭНЮК посылает отчетливый **климатический сигнал**, реакция на который – отклонения от нормы температур и осадков. Выделяются области, внутри которых распределение этих аномалий в годы Эль-Ниньо и Ла-Нинья имеют много общего. Характер отклонений остается постоянным и в пространстве, и во времени.

СИГНАЛ УСЛЫШАН И В РОССИИ

В Институте глобального климата и экологии сформирована одна из лучших в мире баз данных о приземном климате

Распределение на территории России аномалий температуры воздуха в январе в среднем за годы, в которые развивалось Эль-Ниньо: (-) отрицательные аномалии, (+) положительные аномалии

за период инструментальных наблюдений. Эти данные были использованы для анализа сигнала Эль-Ниньо в России.

Наиболее яркие результаты получены для примерно полугодичных сезонных периодов года: теплого (май-сентябрь) и холодного (октябрь-апрель). Самые тесные связи характерны для центрального зимнего периода: с октября года-репера по следующий апрель. На сезонных глобальных картах аномалий температуры и осадков в сериях Эль-Ниньо и Ла-Нинья эти поля (особенно поля температуры) диаметрально противоположны на большей части земного

шара, включая практически все акватории океанов, Северную и Южную Америку, Африку, Австралию и частично Евразию. На территории России в них также отмечаются большие области аномалий одного знака. Этот факт говорит о том, что искомый климатический сигнал, связанный с осуществлением той или иной фазы ЭНЮК, доходит до России.

Особый интерес представляет анализ условий функций распределения аномалий температуры воздуха и атмосферных осадков при Эль-Ниньо/Ла-Нинья. Почти во все месяцы и, особенно, сезоны обнаруживаются области, где асимметрия условного распределения значимо положительна или отрицательна.

Так, в октябре в “период Эль-Ниньо” формируется обширная область повышенных осадков над Средней Азией и Восточным Казахстаном. Она сменяется отрицательной аномалией в “период Ла-

Нинья”. В этом же месяце развитие Эль-Ниньо приводит к некоторому понижению температуры воздуха в западных и южных районах европейской части России. Такая же тенденция характерна и для поля атмосферных осадков. В “период Ла-Нинья” полоса положительных аномалий температуры протягивается от Каспийского моря через Урал на Восточную Сибирь.

После завершения “эпизода Эль-Ниньо” зона положительных отклонений от нормы температуры воздуха в феврале распространяется на юг Европейской России и Среднюю Азию, а осадков – на западные и центральные районы страны. В то же время на Дальнем Востоке и температура, и суммы осадков – ниже нормы. Переход в фазу Ла-Нинья характеризуется сменой положительных аномалий на отрицательные – в Средней Азии и отрицательных на положительные – на Дальнем Востоке. Актив-

ное развитие Ла-Нинья в течение первого года приводит к возникновению положительных аномалий температуры в Восточной Сибири. В конце второго года аномалия меняет знак на противоположный. Обширные области отрицательных отклонений в поле осадков формируются в декабре первого года фазы Ла-Нинья над Западной Сибирью, перемещаясь в сентябре следующего года в Европейскую Россию.

Смена знаков аномалий в полях температуры и осадков статистически связана с развитием эпизодов ЭНЮК. Но этот сигнал имеет слабую интенсивность и затушеван обычными колебаниями условий погоды. И все же можно указать на существование некоторой избирательной предсказуемости и возможность вероятностного долгосрочного прогноза погоды в годы с Эль-Ниньо и для России.

НОВЫЕ КНИГИ

Интересующимся психологией

Судя по редакционной почте, наших читателей интересуют не только вопросы, непосредственно

связанные с тематикой журнала, но и, например, вопросы психологии. Им адресована готовящаяся к печати в издательско-книготорговой фирме “Академия-Центр” книга “Психология типов личности”. Ее автор – известный российский психолог, доктор психологических наук, профессор Б.А. Душков, перу которого принадлежит книга “Энциклопедия психологических наук”, “Психология народов и человеческих общностей”,

“Индустриально-педагогическая психология” и ряд других.

В новой книге Б.А. Душкова содержится анализ важнейших проблем современной психологии, излагается вся система психологических знаний и обоснована предложенная автором классификация типов психогенеза личности.

Контактный тел./факс: (095) 176-93-38; 176-95-23.

Международный год океана

Генеральная Ассамблея Организации Объединенных наций еще 19 декабря 1994 г. наметила провозгласить 1998 год **Международным годом Океана** (МГО). Решение было подготовлено Межправительственной океанографической комиссией ЮНЕСКО, учрежденной в 1960 г., которая систематически координирует деятельность **127 стран** в области изучения Океана.

Главная цель этой акции ООН – привлечение особо пристального внимания мировой общественности к проблемам Мирового океана; от их решения зависит судьба не только океана, но и существования человечества.

Во второй половине XX в. произошло то, что можно назвать подлинным **открытием Океана**. Исследования научных учреждений разных стран дали такое количество новых сведений о всех сторонах его жизни, что коренным образом изменились общие представления о влиянии Мирового океана на жизнь планеты.

Огромные резервы пищевых продуктов, необходимых для все возрастающего населения Земли, разведанные и добываемые минеральные ресурсы (нефть, газ, титан, торий, магний и другие), определяющее влияние океана на климат, развитие сети наблюдений, сильное **загрязнение океанских вод** – все это определило особую заинтересованность ООН в изучении океана.

17 февраля 1998 г. состоялось заседание Национального океанографического комитета России, посвященное задачам и планам ра-

бот по океанологии в 1998 г. В своем обстоятельном информационном докладе Исполнительный секретарь МОК ЮНЕСКО профессор Г. Кулленберг подчеркнул, что, кроме систематических научных исследований, в Международный год Океана будут реализованы новые проекты в области **образования и пропаганды знаний о морях и океанах**.

Главная тема просветительской части программы – тревога, вызванная катастрофическим загрязнением океана. Планируется ряд мероприятий, специально освещающих по всем информационным каналам проблему его защиты от губительного загрязнения. Нарастающую угрозу хорошо иллюстрируют два примера.

Однажды кит выбросился на берег, и его не удалось спасти. При вскрытии его желудка обнаружили шар весом 50 кг из непереверенных продуктов. Этот шар перекрыл желудок кита и погубил его, а ведь почти половина содержимого шара... пластиковые пакеты. Второй пример: во время плавания Тура Хейердала в Атлантике неоднократно вылавливались шарики мазута диаметром до 5 см.

Человечество не может допустить деградации океана, поскольку она угрожает его существованию в недалеком будущем. Мероприятия всемирного Года Океана должны помочь это осознать.

Очень большое значение придается Международной выставке, которая организуется в Лиссабоне. Это будет заключительная в нашем веке большая выставка, и она послужит также пропаганде знаний об океане.

В учебных экспедициях в Средиземном, Красном, Черном и Балтийском морях группы океанологов будут обучать молодых людей 16-18 лет. Регулярные занятия по географии океана пройдут в школах разных стран.

Целью самой широкой пропаганды знаний об океане будет опубликован ряд книг, атласов, подготовлены кинофильмы.

В России осуществляется ряд проектов, начиная с научных экспедиций и кончая изданием книг и атласов. Планируется проведение нескольких международных научных конференций.

ЮНЕСКО выпустит серию почтовых марок, помимо этого будут выпущены марки в 20 странах.

Особое значение придается задаче усовершенствования сбора и обмена данными океанологических наблюдений. К решению этой задачи будут привлечены другие международные организации, входящие в ЮНЕСКО.

В программе МГО есть один очень важный раздел – подписание **“Хартии Океана”**. Это своеобразная декларация принципов в области изучения океанов и их защиты от агрессии человечества. **“Хартия Океана”** подготовлена правительством Канады в двух вариантах. Один из них предлагает дать на подпись правительствам стран, второй – сугубо личный. Он называется **“Моя хартия Океана”**. Никаких юридических обязательств этот документ не содержит и подписание его – дело сугубо добровольное.

Широкую программу наметил Музей Мирового океана в г. Калининграде. Ее название – **“Виват Году Океана”**. В ее рамках организуются встречи, конференции, выставки.

Можно надеяться, что реализация программы МГО станет важным событием в океанологии и культурной жизни народов многих стран.

*А.А. АКСЕНОВ,
доктор географических наук
Институт океанологии
им. П.П. Шириова РАН*

Космические тросовые системы: история и перспективы

В.Г. ОСИПОВ,
Н.Л. ШОШУНОВ,
Ракетно-космическая корпорация “Энергия”
им. С.П. Королева



Космические тросовые системы – это пока мало известная область кос-

мической техники, где наша страна до середины 60-х гг. имела приоритетные позиции. Но затем в течение 30 лет ведущую роль в этом направлении заняли США. Современная ситуация позволяет России вновь получить первенство в данной области космонавтики. Специалисты известной отечественной фирмы предлагают выполнить несколько этапов практического ис-



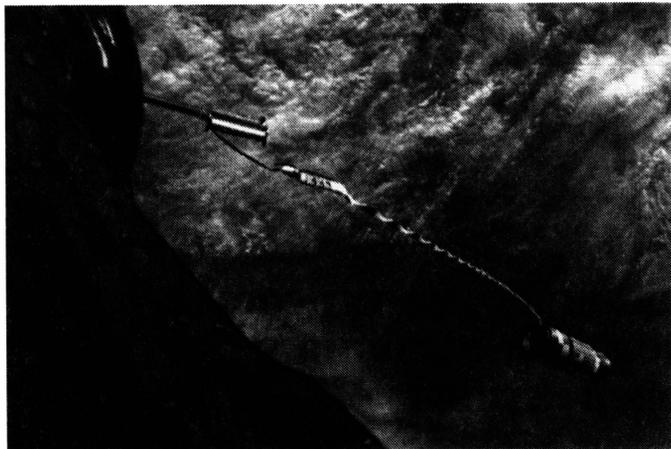
пользования тросовых технологий на будущих космических станциях.

ЧТО ТАКОЕ ТРОСОВАЯ СИСТЕМА

Космическая тросовая система – это комплекс искусственных космических объектов (спутни-

ков, кораблей, грузов), соединенных длинными тонкими гибкими элементами (тросами, кабелями, шлангами), совершающий орбитальный полет. В наиболее простом виде –

это связка двух космических аппаратов, соединенных тросом длиной в десятки или даже сотни километров. Сложные тросовые системы могут иметь много космических



Первый в мире эксперимент по созданию искусственной силы тяжести, выполненный на американских кораблях "Джемини-11 и -12" и ракетных ступенях "Аджена" в сентябре и ноябре 1966 г. Во время выходов в открытый космос астронавты привязывали корабль нейлоновой лентой длиной 30 м к "Аджене". Затем связка корабль-ступень приводилась во вращение

объектов, соединенных тросами в форме замкнутых колец, древовидных образований, объемных многогранников. Космические тросовые системы – новые, нетрадиционные структуры, создаваемые человеком в космосе, – позволяют выполнять задачи, которые невозможно, нецелесообразно или неэкономично решать с помощью существующих средств космической техники.

Тросовые системы отличаются тремя основными особенностями от космических аппаратов традиционного типа. Первая – большая протяженность, обеспечивающая устойчивое вертикальное положение системы на орбите, причем на концах системы создается малая искусственная тяжесть. Соединенные тросом аппараты имеют недостаток или избыток орбитальной скорости, а их движение выполняется с одним периодом обращения на разных высотах. Вторая особенность – гибко изменяемая конфигу-

рация, возможность изменения длины тросов путем их выпуска и втягивания.

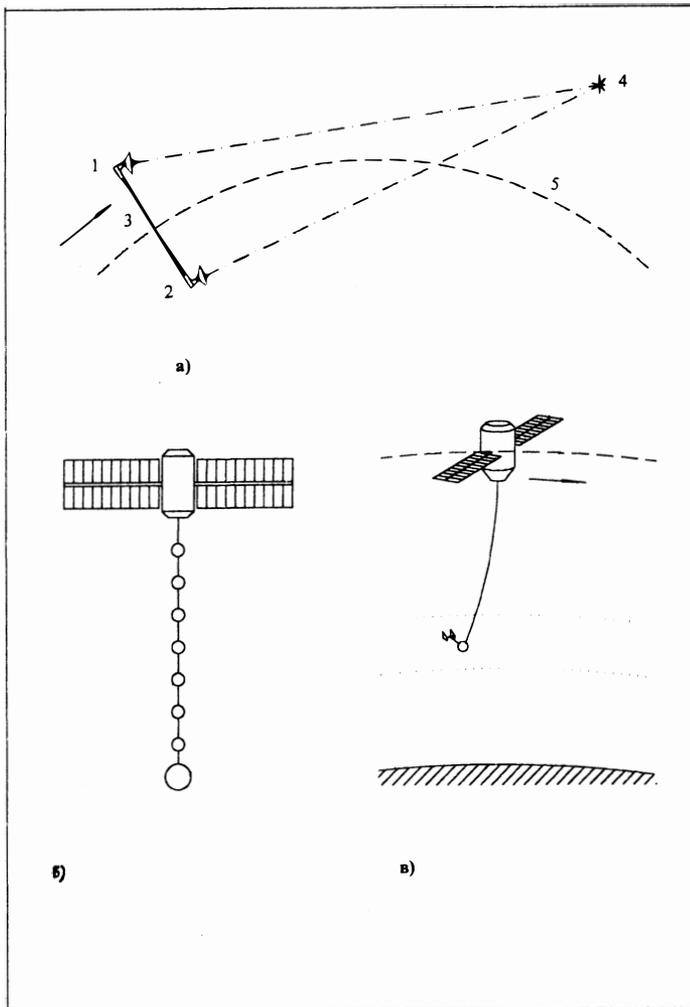
Это позволяет регулировать взаимное положение и ориентацию аппаратов, присоединять и отцеплять другие объекты от тросов, передвигать по ним грузы. Третье отличие – активное взаимодействие электропроводного троса с внешней средой, в первую очередь, с магнитным полем и ионосферой Земли, обеспечивающее функционирование системы в генераторном, двигательном, электропередающем и излучательном режимах.

В зависимости от того, какая из этих особенностей преобладает у данной тросовой системы, какое свойство используется при эксплуатации, проекты таких систем можно разделить на три типа. У "статических" систем в процессе эксплуатации количество и длины тросов, количество и массы объектов, их взаимное положение и ориентация остаются посто-

янными. Ко второму типу относятся "динамические" системы, существенно изменяющие количество и длину тросов, количество и массу объектов, их взаимное положение и ориентацию. "Электромагнитные" системы снабжены электропроводными изолированными тросами с плазменными контакторами на концах и активно взаимодействуют с магнитным полем и ионосферой Земли.

Существует много различных проектов тросовых систем и способов их практического применения в космосе. Несколько лет назад нами была предложена классификация способов применения тросовых систем на низких околоземных орбитах по 3-м уровням: по типу используемой тросовой системы, по виду решаемой технической задачи и по конкретной реализации способа. База данных включает в себя около сотни известных способов и их возможных модификаций.

Статические тросовые системы могут использо-



Виды исследований, выполняемых с помощью тросовых систем: а) интерферометр со сверхдлинной базой: 1 и 2 – космические аппараты, 3 – трос длиной в несколько десятков километров, 4 – объект изучения, 5 – орбита полета космических аппаратов; б) датчики для проведения экспериментов, укрепленные на тросе, опускаемом с КА; в) зонд для изучения верхних слоев атмосферы на тросе длиной 80–100 км, спускаемый с ИСЗ

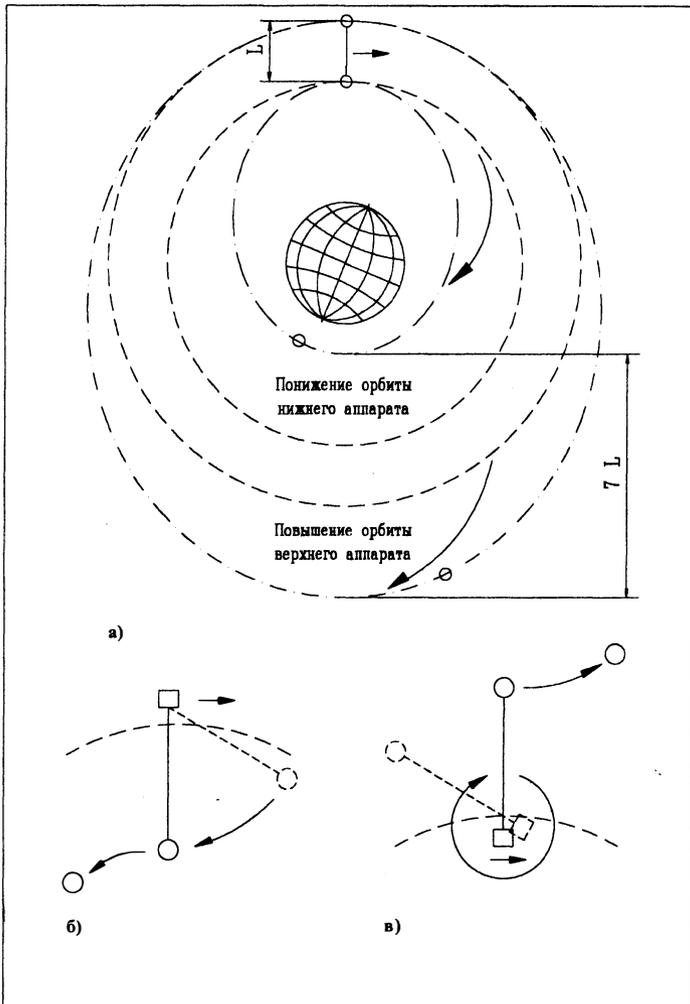
меров, например, космические электростанции, поселения, заводы, оранжереи.

Динамические тросовые системы могут использоваться для выполнения орбитальных маневров космических аппаратов без затрат топлива – либо путем отведения аппарата на тросе с последующей его отцепкой, либо захватом и подтягиванием аппарата тросом. Например, если от орбитальной станции отвести вниз на тросе длиной около 50 км грузовой корабль и затем отделить его, корабль сойдет с орбиты и упадет на Землю, а станция повисит свою орбиту, не затрачивая на это ни капли топлива. На лифтах, движущихся по тросам, предполагается перемещать грузы и экипажи, а используя поворотную штангу с выходящим с конца тросом, ориентировать в пространстве висящий на тросе аппарат.

Электромагнитные тросовые системы могут вырабатывать за счет использования части кинетической энергии орби-

ваться в исследованиях дальнего космоса, околоземного пространства, атмосферы и поверхности Земли с помощью протяженных измерительных систем (например, интерферометров с очень большой базой, равной длине троса), датчиков геофизических полей, разнесенных или распределенных вдоль троса и опускаемых на тросе на низкие высоты атмосферных зондов. На космических аппаратах в составе таких систем можно прово-

дить различные эксперименты и технические операции (медико-биологические исследования, производство веществ и материалов, выращивание растений) в специфических условиях микрогравитации (от тысячных до десятых долей g) и отсутствия собственной внешней атмосферы вокруг аппаратов. Используя архитектурный принцип построения тросовых систем, в космосе можно будет создавать сложные сооружения больших раз-



Тросовые орбитальные маневры: а) изменение орбит после разделения системы из двух КА – нижний спутник переходит на более низкую орбиту, верхний – повышает свою орбиту; б) подвешенный на тросе КА после раскочки отцепляется и совершает маневр ухода на другую орбиту ИСЗ; в) после приведения двух КА во вращение вокруг общего центра масс верхний спутник отцепляется от троса и переходит на новую орбиту ИСЗ

технологий таких систем способно изменить весь облик будущих космических средств.

ОТ ЗАРОЖДЕНИЯ ИДЕИ
ДО НАШИХ ДНЕЙ

Российские ученые заложили основы концепции тросовых систем как одного из перспективных направлений развития космической техники.

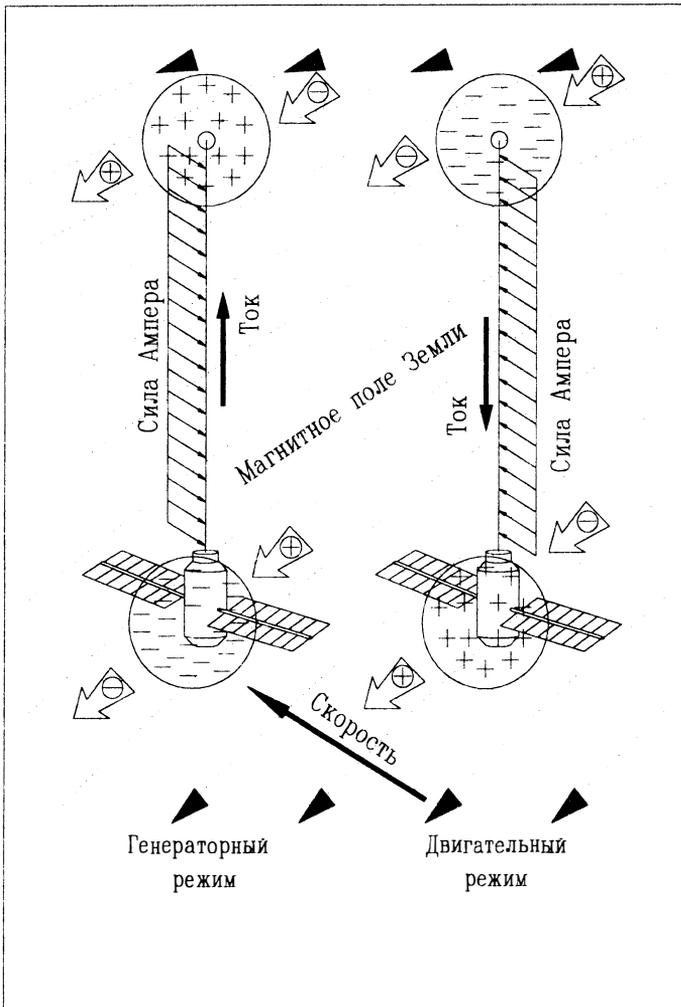
Впервые такие системы и способы их применения в космосе были описаны в 1895 г. К.Э. Циолковским в "Грезах о Земле и небе". Для создания искусственной тяжести К.Э. Циолковский предложил использовать вращающуюся связку обитаемой станции и балластной массы, соединенных цепью длиной 500 м, а для перемещения грузов в космосе – цепочку, выпускаемую и втягиваемую лебедкой.

В 1910 г. Ф.А. Цандер выдвинул проект "космического лифта" с 60 000-км тросом, протянутым с поверхности Луны к Земле. Под действием гравитационных и центробежных сил такой трос будет постоянно на-

тального движения системы электроэнергию мощностью до 1 МВт. Электроэнергией, получаемой от бортового генератора, можно поддерживать или медленно повышать высоту орбиты тросовой системы без затрат топлива. Используя некоторые электродинамические эффекты, возможно с минимальными потерями передавать электроэнергию по длинному тросу между разнесенными космическими аппаратами. Трос в качестве передающей ан-

тенны позволяет осуществлять эффективное излучение радиоволн низкочастотных диапазонов – этот принцип найдет применение в глобальных системах космической связи.

Пожалуй, не существует такой области космической деятельности, где тросовые системы не могли бы найти эффективного применения. Более того, некоторые операции в космосе могут выполняться только при их использовании. Внедрение



тянут, и по нему, как по канатной дороге, можно транспортировать грузы.

В 20–30-е гг. идеи К.Э. Циолковского нашли отражение в проектах вращающейся тросовой космической станции Ю.В. Кондратюка и в фантастических романах А. Беляева “Звезда КЭЦ” и “Прыжок в ничто”. Идеи Ф.А. Цандера о космическом лифте были развиты в 60–70-е гг. в работах Ю.Н. Арцутанова, предложившего проект троса, протянутого с

поверхности Земли на геостационарную орбиту и в проекте тросового “космического ожерелья Земли” Г.Г. Полякова.

В 1965 г. в РКК “Энергия” (бывшая ЦКБМ) под руководством С.П. Королева началась подготовка к первому в мире космическому эксперименту с тросовой системой. Разработанный проект “Союз-ИТ” предусматривал создание искусственной тяжести на космическом корабле “Союз”, соеди-

ненным километровым стальным тросом с последней ступенью ракеты-носителя, путем приведения этой связки во вращение. Но после кончины С.П. Королева проект был закрыт, и работы по тросовым системам в РКК “Энергия” возобновились только через 20 лет.

Таким образом, в середине 60-х гг. наша страна лидировала по работам в области космических тросовых систем. Для дальнейшего развития этих работ имелись все предпосылки и условия. Однако в последующие годы из-за отсутствия заинтересованности руководства в продолжении этих разработок инициатива была перехвачена специалистами США.

ЗАРУБЕЖНЫЕ ИДЕИ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Начало работ в области тросовых систем за рубежом связано с именем итальянского ученого Дж. Коломбо, разработавшего в 60–70-х гг. (совместно с работавшим в США итальянским специалистом М. Гросси) многочисленные проекты их практического применения в космосе и активно выступавшего за развитие такого направления. В частности, ими выдвинуты идеи электромагнитной тросовой системы и привязного атмосферного зонда, нашедшие в 90-х гг. практическое воплоще-

ние в итало-американских проектах "TSS-1" и "TSS-2".

Реализации проектов "TSS" способствовала поддержка директора одного из подразделений NASA И. Беки, организовавшего в 1983 г. первую рабочую встречу специалистов по этой проблеме. После этого состоялись международные конференции по проблемам космических тросовых систем, проходившие в 1986 г. в Арлингтоне (США), в 1987 г. в Венеции, в 1989 г. в Сан-Франциско и в 1995 г. в Вашингтоне. На последней конференции выступили специалисты из США, Канады, Италии, Германии, Испании, Франции, Австрии, Японии и Китая.

В конце 1966 г. были проведены два американских эксперимента на пилотируемых кораблях "Джемини" – они соединялись 30-м синтетическими лентами с ракетной ступенью "Аджена". В первом эксперименте связка космических объектов вращалась вокруг общего центра масс, а во втором – в устойчивом вертикальном положении.

В рамках американо-японской программы в 1980-85 гг. были осуществлены четыре запуска на высоту 328 км зондирующих ракет. В ходе полета полезный груз удалялся на электропроводном тросе на 400 м (серия экспериментов "CHARGE"). В первых двух экспериментах тросы удалось выпустить только на длину 30 м и 65 м. В двух последних

– тросы были выпущены полностью, что позволило выполнить исследование электродинамики тросовой системы.

Итало-американский эксперимент "TSS-1" был проведен в 1992 г. Предполагалось отвести от корабля "Атлантис" итальянский привязной спутник на электропроводном тросе длиной 20 км и выполнить электродинамические и радиофизические исследования. Привязной спутник разрабатывала итальянская фирма "Aeritalia" (Alenia Spazio), а привязную систему – американская фирма "Martin Marietta". Вследствие зажима троса в лебедке его удалось выпустить всего на 265 м, после чего трос был втянут обратно.

В феврале 1996 г. в ходе полета корабля "Спейс Шаттл" (Земля и Вселенная, 1996, № 6, с. 47–50) сделана попытка повторить такой эксперимент (TSS-R). Теперь трос разматывали почти на всю длину, однако он неожиданно оборвался ("пережегся") из-за короткого замыкания, вероятная причина – механическое повреждение изоляции. Из-за аварии дорогостоящий итальянский спутник вместе с тросом ушел на другую орбиту и был потерян. Тем не менее, в экспериментах серии "TSS" была проведена часть запланированных электродинамических исследований, в частности, в эксперименте "TSS-1R" в тросе был достигнут ток силой 0,5 А.

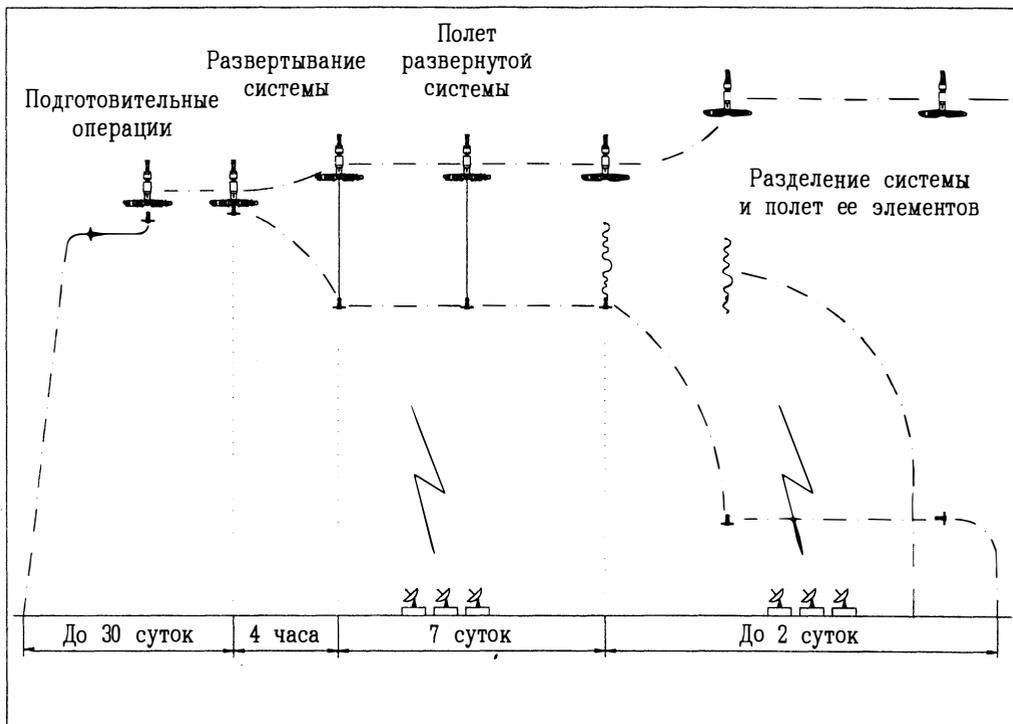
Еще два американских

эксперимента "SEDS-1" и "SEDS-2" выполнены в 1993-94 гг. От последней ступени ракеты-носителя "Дельта-2" отводились полезные грузы на тросах длиной 20 км, выпускаемых с помощью катушек, разработанных американским специалистом Дж. Кэрроллом.

В первом эксперименте отрабатывался безрасходный спуск груза с орбиты, а во втором – развешивание тросовой системы в вертикальное положение. В 1993 г. также с использованием ракеты "Дельта-2" проведен эксперимент "PMG" с электропроводным тросом длиной 500 м, позволивший исследовать некоторые эффекты электродинамики данной системы.

Канадские эксперименты "OEDIPUS-A" и "OEDIPUS-C" с тросами длиной 1 км проведены в 1989 и 1995 гг. В мае 1996 г. состоялся запуск двух американских аппаратов морской разведки с тросом длиной 4 км (эксперимент "TIPS"). Программой длительного полета предполагается исследовать стойкость троса к воздействию метеорных частиц.

После проведения экспериментов "TSS-1" и "TSS-1R" (затраты составили почти миллиард долларов) пересмотрена программа работ США в области тросовых систем. Планировавшийся эксперимент "TSS-2" с атмосферным зондом, опускаемым вниз с корабля "Спейс Шаттл" на 100-км тросе, был отменен. А другие эксперименты в



космосе вначале были ограничены проектами, не превышающими по стоимости 10 млн долларов, а затем вообще прекращены. В расписании полетов кораблей "Спейс Шаттл" до конца 2003 г. эксперименты с тросовыми системами не предусмотрены.

РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ И ПРОГРАММЫ

В России были созданы научные школы, занимающиеся теоретическими исследованиями космических тросовых систем. С конца 60-х гг. эти исследования велись, главным образом, в Институте прикладной математики (ИПМ) АН СССР такими крупными учеными, как В.В. Белецкий, В.А. Сарычев, Е.М. Левин (ныне работающие за рубежом).

Исследования механики тросовых систем давно ведутся в Московском государственном авиационно-технологическом университете (МГАТУ, бывший МАТИ) под руководством В.А. Иванова и Ю.С. Ситарского. В последние годы подобные исследования начаты в Московском авиационном институте, Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана, Военной инженерной космической академии им. Н.А. Можайского. Изучением электродинамики и радиофизики тросовых систем занимаются в ЦНИИ машиностроения, Институте радиотехники и электроники РАН, Московском физико-техническом институте.

В последние годы в

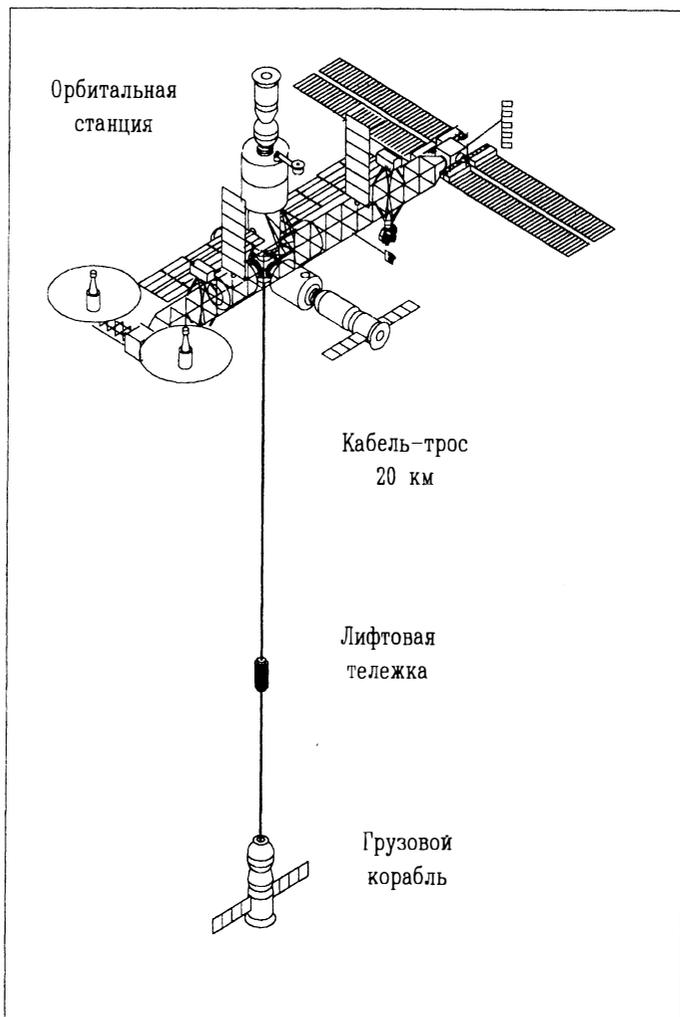
Этапы проведения эксперимента "Трос-1"

НПО машиностроения совместно с Институтом земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн разрабатывался проект эксперимента на станции "Алмаз", где предполагалось отвести на тросе платформу с аппаратурой для геофизических исследований. В НПО им. С.А. Лавочкина разрабатываются проекты марсианского тросового пенетратора на базе межпланетной станции "Фобос" и тросовой системы для обслуживания орбитальной станции на базе спутника "Прогноз". Институтом космических исследований РАН пред-

ложен проект тросовой системы в форме тетраэдра для исследования электрических и магнитных полей в околоземном пространстве. В Московском техническом университете связи и информатики ведутся исследования систем с "бегущими" тросами.

В последнее время проводится работа по тросовым системам с участием иностранных специалистов. В Самарском авиационном институте и Центральном специальном конструкторском бюро (ЦСКБ) совместно с немецкими фирмами ведется разработка проекта эксперимента с привязной капсулой "Rapunzel" на спутнике "Фотон". В ЦНИИМаш по гранту NASA разработан проект двойной электродинамической тросовой системы ТЭДОС на корабле "Прогресс-М".

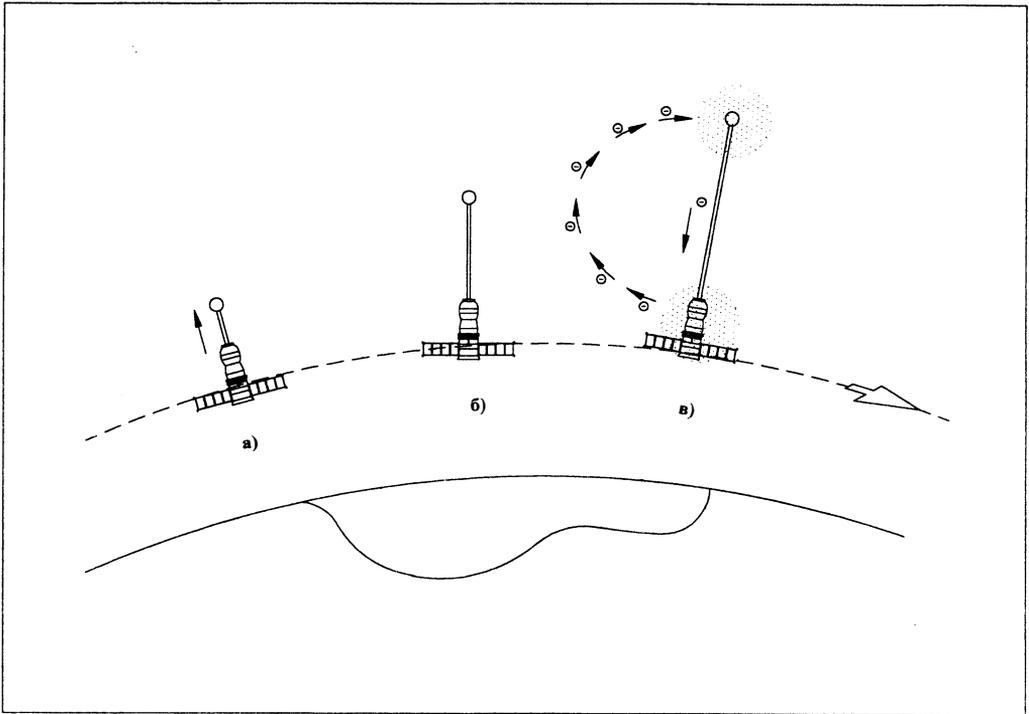
В РКК "Энергия" во взаимодействии с европейскими специалистами разрабатывается проект возвращения баллистических капсул и грузовых кораблей с пилотируемой станции при помощи длинных тросов. В 1994 г. в сотрудничестве с немецкой фирмой "Kauzer Threde" был создан проект совместного эксперимента "Трос-Rapunzel", затем по заказу Европейского космического агентства (ESA) прорабатывался эксперимент тросового спуска капсулы "Радуга".



ПЕРСПЕКТИВЫ ТРОСОВЫХ СИСТЕМ

В РКК "Энергия" активные работы по космическим тросовым системам возобновились в 1987 г. Они были направлены на освоение и применение таких систем в рамках пилотируемых космических станций. Разработанная концепция развития отечественных работ в этой области предусматривает следующее. На первом этапе – проведение на орбитальных станциях серии

космических экспериментов с тросовыми системами "Трос-1", "Трос-1А", "Вулкан" и "Трос-2". В перспективе – создание и опытная эксплуатация на новой орбитальной станции тросовых систем транспортного, энергетического и исследовательского назначения. В отдаленном будущем предполагается создание орбитального пилотируемого комплекса с многофункциональным использованием технологий тросовых систем.



Космический эксперимент "Трос-1" – оригинальная отечественная разработка, выполняемая в РКК "Энергия" с 1989 г. Эксперимент предусматривает исследование механики развертывания, полет и разделение тросовой системы с отработкой безрасходного орбитального маневра. В программе "Трос-1" предполагается создать на орбите тросовую систему, состоящую из станции "Мир" и корабля "Прогресс-М", соединенных 20-км тросом из синтетического волокна. В течение недели система совершит орбитальный полет, после чего будет осуществлено ее разделение. При этом корабль перейдет на более низкую орбиту, а станция увеличит высоту орбиты (такой маневр экономит около 150 кг топлива). В настоящее время

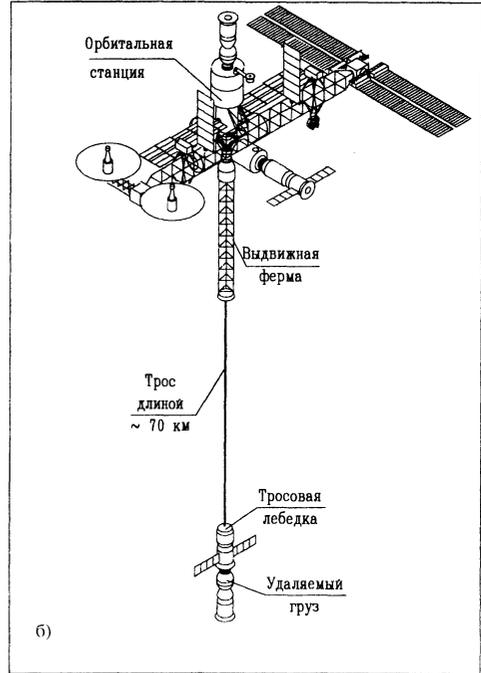
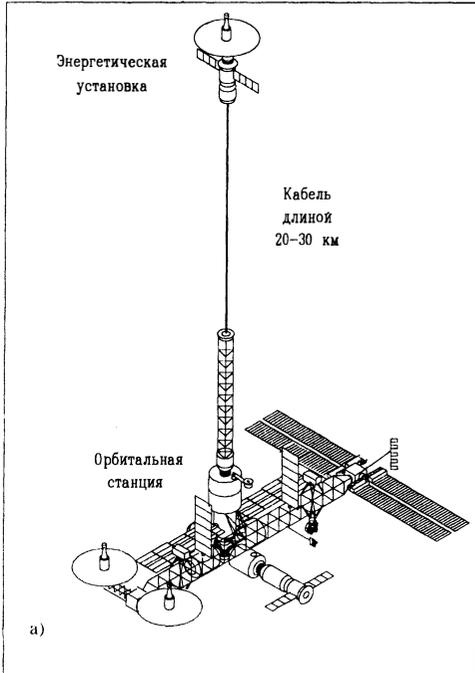
подготовка к эксперименту "Трос-1" завершается. Проведение его намечено на вторую половину 1999 г.

Эксперимент "Трос-1А" по своему замыслу аналогичен "Трос-1" и отличается от него увеличением длины троса до 50 км. Применение троса такой длины позволит без затрат топлива осуществить спуск грузового корабля с орбиты и его затопление в заданном районе Тихого океана. При этом орбитальная станция повысит высоту орбиты почти на 10 км, а экономия топлива составит до 400 кг.

В следующем эксперименте "Вулкан" предполагается развернуть на орбите модельный аналог электродинамической тросовой системы: из грузового корабля будет выдвигаться 100-м штанга с приборным контейнером на конце. Раз-

Эксперимент "Вулкан": а) выдвижение 100-метровой штанги; б) начало работы приборов в контейнере на конце штанги; в) исследование электродинамических характеристик

мещенная на корабле и в контейнере электронная аппаратура с плазменными контакторами сможет выполнить исследования электродинамических характеристик системы и различных явлений в магнитном поле Земли и ионосферной плазме. Кроме того, на борту орбитальной станции и на специально разворачиваемых наземных пунктах планируется принимать и анализировать излучаемые сверхнизкочастотные радиосигналы. В ходе 20-суточного полета пройдет отработка функционирования в генератор-



ном, двигательном, электрорепередающем и излучательном режимах, а также управления ориентацией на орбите.

Заключительный эксперимент "Трос-2" задуман как комплекс всесторонних исследований механики, электродинамики и радиофизики орбитальной тросовой системы, состоящей из орбитальной станции и грузового корабля, соединенных 20-км кабелем, по которому движется лифтовая тележка. Размещенная на станции, корабле и тележке аппаратура позволит осуществить опытную эксплуатацию системы в различных режимах и провести уточненные исследования ее динамических и электромагнитных свойств. Орбитальный полет тросовой системы продлится не менее месяца, после чего, как в экспериментах "Трос-1" и "Трос-1А", будет

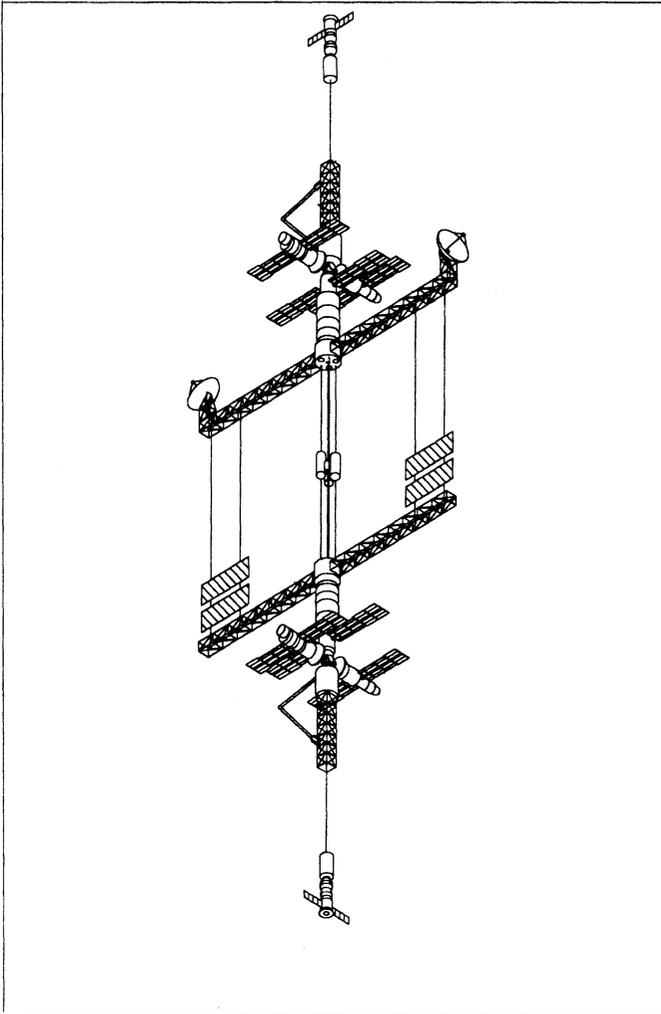
проведено ее разделение.

Если эксперименты "Трос-1" и "Трос-1А" пройдут успешно, то это позволит приступить к созданию и последующей эксплуатации на орбитальной станции транспортной тросовой системы многократного использования для спуска с орбиты возвращаемых капсул, отработавших кораблей и модулей, ферм и панелей. Эта же система применима и для периодического подъема высоты орбиты станции без затрат топлива. По предварительным проработкам, основной системы станет включаемый в состав станции специальный модуль. В его состав войдет лебедка для развертывания 60-км троса, механизм выдвижения и втягивания 100-м фермы и устройство захвата и сброса грузов.

После выполнения экспериментов "Вулкан" и

Перспективные тросовые системы: а) энергетическая и б) транспортная

"Трос-2" предполагается начать разработку штатно эксплуатируемой на станции тросовой системы. На конце длинного кабеля прикрепят солнечную или ядерную энергоустановку. Вырабатываемую электроэнергию от установки предполагается передавать по кабелю на станцию и использовать для энергообеспечения ее служебных систем и других размещенных на борту приборов. Кроме того, при двигательном режиме работы системы электрический ток в кабеле, взаимодействуя с магнитным полем Земли, позволит электродинамически поддерживать или медленно повышать высоту орбиты стан-



Тросовая орбитальная пилотируемая станция XXI в. (патент № 2088491), предложенная авторами статьи

ции. Работа в генераторном режиме за счет частичного снижения орбиты системы даст возможность получать на станции за короткое время электроэнергию большой мощности.

В будущем как в экспериментах, так и при эксплуатации штатных систем можно будет проводить различные научные исследования с использованием

возможностей, создаваемых развернутыми тросовыми системами. Большой интерес представляет изучение проблемы самочувствия и работоспособности экипажа орбитальной станции, а также поведения животных, роста растений, свойств твердых тел и жидкостей в условиях микрогравитации. Другой важный аспект – процесс естественного удаления собст-

венной внешней атмосферы станции при разворачивании тросовой системы. Это позволит получить особо чистый вакуум для выполнения некоторых исследований в области космической технологии. В полете тросовых систем можно измерять геофизические поля при помощи разнесенных датчиков, изучать свойства ионосферы, воздействуя на нее электромагнитным излучением тросовой антенны, выполнять и другие интересные исследования.

При успешном развитии работ по космическим тросовым системам, вероятно, в середине XXI в. может быть создана долговременная пилотируемая орбитальная станция нового поколения. Согласно предварительным проработкам, такая станция должна представлять собой сложную тросовую систему, состоящую из двух многоблочных станций, соединенных несколькими тросами, лифта (движущегося по тросам между станциями) и отводимых на тросах привязных модулей. Конечно, заглядывать в столь далекое будущее всегда рискованно, однако корпорацией “Энергия” уже получен патент на орбитальную станцию подобного типа.

Длительные полеты человека в космос

В последние годы стали привычными пилотируемые экспедиции в космос продолжительностью 5–6 месяцев. Как оказалось, это оптимальный срок для проведения эффективной работы и выполнения программы экспериментов.

За время, прошедшее от первого полета Ю.А. Гагарина (12 апреля 1961 г.), накопились и огромный опыт полетов космонавтов, и статистические данные о динамике изменений в организме человека в условиях длительной невесомости. Уже хорошо известно, насколько коварна невесомость для человека. Российские специалисты разработали оригинальные методики подготовки космонавтов к полету, комплекс медицинских профилактических мероприятий для ликвидации последствий влияния на организм неблагоприятных факторов космического полета. Уникальная медицинская аппаратура постоянно контролирует физиологические функции всех систем организма в длительных полетах.



Врач-космонавт В.В. Поляков

Космонавты, выполняя рекомендации медиков, проводят интенсивные физические упражнения на бортовых тренажерах и носят специальные нагрузочные костюмы. Это позволяет поддерживать здоровье на необходимом уровне во время полета и быстро реадаптироваться после возвращения к земным усло-

виям жизни. Методы медицинского контроля и профилактики от полета к полету постоянно совершенствуются.

Опытом работы на орбитальном пилотируемом комплексе «Мир» делится Валерий Владимирович Поляков – мировой рекордсмен по продолжительности космических полетов, врач-космонавт, заместитель директора Института медико-биологических проблем. Он дважды побывал в космосе: в составе 3-й и 4-й основных экспедиций (29.08.1988г. – 27.04.1989 г.) и с 15-й по 17-ю экспедиции, выполнив программу 438 сут полета (8.01.1994 г. – 22.03.1995 г.) – самого длительного в истории космонавтики.

В.В. Поляков любезно согласился ответить на вопросы нашего корреспондента С.А. Герасютина.

– Валерий Владимирович, назовите, пожалуйста, основные направления деятельности в Вашем рекордном по длительности космическом полете.

— У врача-космонавта-исследователя на первом месте стоит контроль за состоянием здоровья членов экипажа, а уже потом проведение экспериментов и другая работа. Надо было оказывать помощь, замечать те или иные намечающиеся функциональные отклонения в организме еще до возникновения заболевания. Например, при обнаружении гипотрофии мышечных групп, как специалист по космической медицине, знающий систему профилактики и защиты от неблагоприятных факторов действия невесомости, я назначал дополнительные упражнения. В случае возникновения заболевания у кого-то из космонавтов, моя задача по симптомам поставить диагноз и имеющимися на борту средствами его вылечить. В случае необходимости я консультировался с высококлассными медицинскими группами специалистов на Земле. Российская программа традиционно была направлена на исследование сердечно-сосудистой, костно-мышечной и двигательной систем, изменяющихся под влиянием невесомости, психофизиологических аспектов деятельности космонавтов в длительных полетах.

Пройдя полный курс подготовки эксплуатации систем жизнедеятельности станции и участвуя в контроле и коррекции ее среды обитания, я должен был следить за состоянием бор-

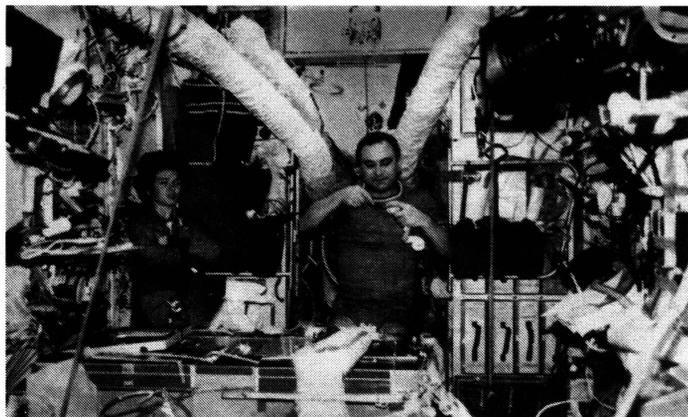


товой атмосферы. В первую очередь, параметров газовой среды, температуры, влажности. Иногда требовал соответствия бортовой атмосферы параметрам ГОСТа и рекомендациям нашего института.

В длительном полете мои обязанности как космонавта-исследователя заключались в выполнении обширной научной программы экспериментов, в том числе медицинских. Я должен был контролировать выполнение экипажем всего комплекса профилактических мероприятий. К ним относится: интенсивные медицинские упражнения с мышечными нагрузками при помощи тренажеров (бегущая дорожка, велоэргометр, эспандеры), ношение нагрузочного костюма “Пингвин” и использование костюма “Чибис”, ультрафиолетовое облучение, потребление в рационе питания продуктов, содержащих соли кальция и фосфора. Мы убедились, что пропуск какого-либо звена в медицинских профилакти-

ческих мероприятиях впоследствии сказывается на самочувствии и физическом состоянии космонавта.

Мне удалось выполнить много экспериментов по международным программам. Например, в течение полета, используя австрийскую аппаратуру, я вел исследование по нейрофизиологии вестибулярных устройств. На немецкой аппаратуре проведены эксперименты по изучению психофизиологии деятельности и сна космонавтов, а также вестибулярного аппарата (эффект укачивания). По программе российско-французского сотрудничества много лет шла работа на многофункциональном эхографе. С его помощью контролировались сердце и сосудистая система, кровенаполнение внутренних органов, реакция сосудов на нагрузки. Нашей задачей работ по американской программе было: подготовить к полету астронавта Нормана Тагарда американскую аппаратуру для медицинских экспери-



В свободное время после работы В.В. Поляков отдыхает в базовом блоке станции "Мир". Слева – космонавт-исследователь Е.В. Кондакова

ментов. В общей сложности программа включала около 50 медицинских экспериментов, по которым проведено более 1200 исследований (итоги работ передавались в сеансах связи каждые 1-2 дня). Накопилась большая статистика результатов по динамике процессов, проходящих в организме во время полета. Определено влияние сверхдлительного полета на сердечно-сосудистую, нервно-мышечную, опорно-двигательную системы человека, функции его анализаторов, таких, как слух и зрение.

Также опробовалась модель современного "здорового" человека в условиях хронического воздействия на его организм экстремальных факторов окружающей среды. Эта модель корректна и сравнима с космонавтом, работающим на околоземной орбите. Нагрузки, действующие на космонавта в течение всего полета, похожи на эмоционально-психологические воздействия в условиях хронического стресса делового человека. Имеются и сходные проблемы с теми, что испытывают космонавты – повышенная опасность на

этапах запуска и посадки, постоянная тревога из-за возможности возникновения аварийных ситуаций. Человек должен в будущем иметь возможность восстанавливать и корректировать функции своего организма.

Профессия космонавта относится к группе повышенного риска. Поэтому космонавт служит эталоном здоровья, сохраняющего здоровье и работоспособность в своей профессиональной деятельности, несмотря на длительные экспедиции. Он имеет возможность восстанавливать функции своего организма (реабилитироваться) после посадки на Землю и готов к выполнению нескольких космических полетов. Современного здорового человека медицина еще не может поддерживать в стабильном состоянии: его подстерегают сопутствующие научно-техническому прогрессу гиподинамия и гипокинезия, повышенный уровень стрессовых состояний с отрицательным психэмоциональным воздействием, а также неблагоприятные экологические и социальные факторы.

Опыт применения профилактических мероприятий в длительных космических полетах сейчас передается практической и клинической медицине. На современном этапе космическая медицина уже имеет богатый арсенал средств и методов обеспечения марсианской экспедиции.

– Расскажите подробнее о столь сложном и рискованном предприятии. Академик С.П. Королёв мечтал о путешествиях космонавтов на Марс и Венеру, делал практические шаги к их осуществлению. В Вашем институте в 60-х гг. был создан прообраз межпланетного корабля – он до сих пор сохранился в качестве тренажера. Марсианская экспедиция планировалась на 70-е гг., но решение насущных проблем космонавтики отодвинуло ее осуществление на будущее.

– В то время удалось убедить разные инстанции, что существует возможность осуществления межпланетной экспедиции, был сделан и некоторый задел в этом направлении. Однако программу тогда закрыли. Я сторонник выполнения полета на Марс. Хотя мне уже 55 лет, но если бы это было возможно сейчас, я согласился бы участвовать в такой экспедиции и нашел желающих среди своих коллег-космонавтов. А в будущем полете – это будут пионеры, энтузиасты, добровольно согласившиеся на

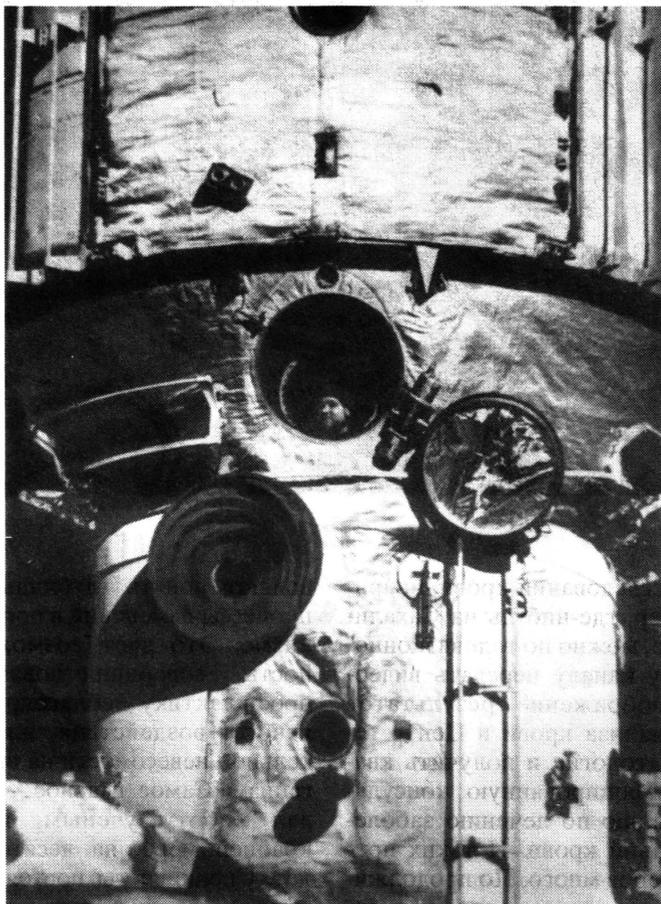
В.В. Поляков наблюдает через иллюминатор базового блока за сближением корабля "Дискавери" (STS-63) со станцией "Мир", 6 февраля 1995 г. Фото NASA

риск и издержки для своего здоровья. Вероятно, примерно через 20-25 лет после решения технических проблем, такой полет может состояться. Программа первого полета, наверное, будет минимальной: космонавты соберут образцы марсианского грунта, проведут видео- и фотосъемку, установят научную аппаратуру, выполнят комплекс экспериментов, а затем возвратятся на Землю.

– Оппоненты могут возразить: как будет решаться проблема радиационной безопасности?

– Радиационная защита – серьезнейшая проблема, но это также и техническая задача, решение которой будет возможно параллельно с созданием ракеты-носителя и корабля, разработанных на новых принципах.

Орбитальный комплекс "Мир" – пример базовой модели перспективного марсианского корабля. В нем есть все необходимое для продолжительной экспедиции. Проблему радиационной безопасности решил во время своего полета А.А. Серебров. Он – физик и хорошо понимает данную проблему, поэтому ушел из каюты станции, где обшивка всего 3,5 мм, в модуль "Кристалл". Там за приборными панелями космонавт разместил отработанные 100-кг блоки свинцово-кадмиевых аккумуляторов. В блоках остался электролит, а жидкость – прекрасная за-



щита от радиации. Уровень радиации в "Кристалле" после принятых мер защиты снизился по меньшей мере вдвое, по сравнению с базовым блоком "Мира". А.А. Серебров рекомендовал и мне там находиться. Воспользовавшись его советом, за 14,5 месяцев полета я получил в два раза меньшую дозу радиации, чем мои коллеги за 6 месяцев полета.

– Каковы результаты выполненных экспериментов? Выработаны ли какие-то новые методики по проблеме адаптации к условиям невесомости?

– Я уже упоминал эксперименты, выполненные по самым современным мето-

дикам и технологиям в рамках международных программ. Например, во французском эксперименте применялась методика ультразвуковой локации полости сердца и сосудов, проводился осмотр кровенаполнения органов. Этот метод сейчас используется в клиниках. С помощью биохимической методики, апробированной в полете, можно оперативно измерить 11 параметров крови и выполнить медицинский контроль. В 90-е гг. в практику здравоохранения внедрен один из экспериментальных методов, выполненных на станции. Применяя японский микроскоп с телевизионными насадками для биохимических



После приземления В.В. Полякова на корабле "Союз ТМ-20" 22 марта 1995 г. – позади 438 суток полета

исследований крови, например, где-нибудь на Сахалине, можно по телевизионному каналу передать видеоизображение результатов анализа крови в Центр гематологии и получить квалифицированную консультацию по лечению заболеваний крови. И таких примеров много. По продолжительности мои полеты сравнимы с марсианскими экспедициями. Одним из главных итогов моего длительного пребывания на орбите стала быстрая реадаптация к земной тяжести. После двух полетов продолжительностью 8 и 14,5 месяцев, соответственно, мне самостоятельно удавалось выйти из корабля и сделать первые шаги по земле. Это приводило в изумление спасателей и врачей. Ведь я выходил из спускаемого аппарата в скафандре и двигался, то есть работал. А на Марсе сила тяжести только 0,38 g от земного притяжения...

Научные итоги тоже есть – выполненные медицинские эксперименты поз-

воляют понять глубинные процессы изменений в организме. Это дает возможность совершенствовать профилактику неблагоприятного воздействия длительной невесомости на организм. Самое главное – я дал работу ученым, по крайней мере, на десяток лет. Специалисты постоянно делятся результатами исследований на различных международных научных форумах. Накоплен большой опыт по космической медицине, и мы гордимся нашими достижениями.

Практический результат моей работы в космосе – разработка модели современного “здорового” человека, которого умеют сохранять работоспособным – и психологически, и физически. На ее основе можно давать рекомендации разным отраслям медицины – спортивной, морской, авиационной, медицине экстремальных ситуаций.

– Ваша программа была рассчитана на 1,5 года полета – вся ли она выполнена?

– Программа медицин-

ских экспериментов выполнена полностью, остались довольны и зарубежные партнеры. При творческом отношении к делу, сколько бы ни продолжался полет, по мере получения результатов хочется еще что-то повторить, придумать новый эксперимент или проверить его еще раз.

– Кроме постоянного контроля за состоянием здоровья и выполнения программы медицинских экспериментов, необходимо было поддерживать внутреннее равновесие и рабочий настрой. Это особенно важно в длительном полете. Какое было у вас и экипажа психологическое состояние на протяжении всей экспедиции?

– Мне удавалось создавать хороший психологический климат у членов экипажей и поддерживать себя на должном уровне. Сон – хороший показатель психологического состояния человека, а он у меня всегда был глубоким. Конечно, бывали периоды спада настроения, но настолько незначительные, что не влияли на ход работы. В полете проходили обсуждение проблем и споры, но постоянно существовала теплая атмосфера и взаимопонимание. Такие взаимоотношения можно взять в качестве примера для экипажей будущих международных экспедиций. Например, на Международной космической станции или в полете на Марс.

– Как Вы проводили свободное время, чего не хватало на орбите?

– На борту ОК “Мир” – хорошая библиотека (более 200 книг, привозили также газеты и журналы), фонотека и видеотека. Удавалось читать, слушать музыку и смотреть хорошие фильмы, следить за событиями на Земле. Помогали отдыху встречи с родственниками и беседы с близкими людьми во время телесеансов связи. У меня была любимая работа, моральная поддержка близких и друзей, поэтому существовали вполне комфортные условия для выполнения долговременного полета.

– Насколько перспективны полеты продолжительностью более года, и когда они могут состояться? Какие

необходимо предпринять меры, чтобы быть в полной уверенности в восстановлении всех функций организма к земным условиям после полета?

– Экспедиция продолжительностью более года будет целесообразна только в случае полета на Марс. США планирует осуществить международную марсианскую экспедицию где-то в 2015 г. С медицинской точки зрения она возможна при использовании апробированных средств профилактики и необходимых мер безопасности. Постоянно обсуждается вопрос об использовании в качестве профилактических мер искусственной силы тяжести. Однако возникающее при таком методе кориолисово ускорение (при вращении

корабля) может влиять на вегетативную нервную систему и функции внутренних органов человека. Вероятно, в будущем, будут применяться только традиционные нагрузочные средства. Но не будем смотреть так далеко. Сейчас в полетах такой продолжительности нет необходимости. Самое оптимальное время работы экипажей – полгода, поэтому важно сосредоточить внимание на обновлении программ полетов.

Заканчивая беседу, мне хочется пожелать сохранения приоритета России в космонавтике, а читателям журнала “Земля и Вселенная” доброго здоровья и благополучия, здоровья их детям и внукам. Ведь, возможно, кто-то из них и станет Колумбом XXI века.

Информация

Новый инфракрасный инструмент ЕЮО

Новый инфракрасный построитель изображения и спектрометр SOFI опробованы в работе 6 декабря 1997 г. на Телескопе Новых Технологий (ТНТ) Европейской южной обсерватории (ЕЮО) в Чили. Между началом проектирования и испытаниями прошло менее двух лет. При этом много времени было сэкономлено использованием технического решений, найденных при конструировании аналогичного, но более крупного прибора для будущего Очень Большого телескопа (ОБТ) ЕЮО.

Прибор чувствителен к инфракрасным лучам в диапазоне 1-2,5 мкм. Детектор (ПЗС-матрица) состоит из 1024×1024 светочувствительных элементов (пикселей). Одна из сложностей работы с ним – его приходится охлаждать до –200°С. Качество изображения приближается к получаемому ПЗС-детекторами в видимом свете. Достиженный при испытаниях предел чувствительности – 21^m–23^m (зависит от длины волны). SOFI оборудован множеством деталей, позволяющих изменять его параметры. Например, масштаб может меняться от 0,29” до 0,075” на пиксель. Максимальное поле зрения 5’×5’.

Примером изображения, полученного с помощью SOFI, служит снимок, помещенный на обложке журнала. Это изображение туманности Тарантул (30 Dor) в Боль-

шом Магеллановом Облаке. В оригинале цветное изображение построено комбинированием трех снимков, сделанных через узкополосные фильтры в длинах волн 2,166 мкм, 1,644 мкм и 2,12 мкм, которым условно присвоены синий, зеленый и красный цвета.

Важно не только то, что ЕЮО получила новый совершенный инструмент для астрономических исследований, но и возможность испытать на нем узловые элементы другого, более сложного прибора, строящегося для ОБТ. Будут проверены как инструментальные аспекты, так и операционные системы, такие как автоматическое исполнение комплекса последовательных действий при наблюдениях, редукция и калибровка полученных данных.

ESO Press Release 03/98

Памяти Альберта Петровича Гуляева

31 марта 1998 года после тяжелой непродолжительной болезни скончался известный ученый – астрометрист, ведущий научный сотрудник ГАИШ, доктор физико-математических наук, профессор **Альберт Петрович Гуляев**.

А.П. Гуляев родился 3 декабря 1927 г. в семье военнослужащего в г. Ельце. В 1933 г. семья переезжает в Москву, где в 1935 г. А.П. Гуляев поступает в школу. В дальнейшем он учится в железнодорожном техникуме, а в 1948 г. поступает на механико-математический факультет Московского университета, который с отличием заканчивает в 1953 г. По окончании аспирантуры МГУ А.П. Гуляев поступает на работу в Государственный Астрономический институт им. Штернберга (ГАИШ) МГУ и уже никогда не покидает его, последовательно занимая должности от младшего научного сотрудника до ведущего научного сотрудника. В 1959 г. им была успешно защищена кандидатская, а в 1989 г. – докторская диссертация.

Круг научных интересов А.П. Гуляева относился к проблемам классической фундаментальной астрометрии, где ему принадлежит много оригинальных идей и законченных работ. Особого упоминания заслуживает его абсолютный каталог близполюсных звезд, получивший международную известность. В последние годы А.П. Гуляев успешно занимался отождествлением переменных звезд в обзорных звездных каталогах, им были тщательно исследованы десятки ты-



сяч поисковых карт. Это привело к созданию очень нужного астрономам каталога.

А.П. Гуляева отличала высочайшая профессиональность и огромная требовательность, в первую очередь, по отношению к себе. Он был чрезвычайно образованным человеком, прекрасно знал не только астрометрию, но и другие области астрономии (и не только астрономии!), что позволяло ему успешно

вести большую редакторскую работу. В работе различных научных и общественных комиссий, членом и председателем которых был А.П. Гуляев, он всегда старался получить конкретные соизидательные результаты.

Его интересы и увлечения были очень разнообразны, и везде он достигал успеха. Достаточно упомянуть, что в студенческие годы он был чемпионом МГУ в беге на сто метров. Много лет был председателем месткома ГАИШ и на этом посту неизменно относился с

благожелательным вниманием к нуждам отдельных людей.

Альберт Петрович Гуляев был настоящим русский интеллигент, чрезвычайно мягкий и вежливый, но умеющий быть твердым, когда надо было отстаивать общечеловеческие и научные принципы.

Светлая память об А.П. Гуляеве навсегда останется в сердцах всех знавших его.

Друзья и коллеги

Информация

Глубокое зондирование неба

Вскоре первое зеркало Очень Большого телескопа Европейской южной обсерватории (VLT ESO), диаметром 8,2 м, начнет работу на горе Параналь в пустыне Атакама (Чили). Сборка телескопа идет полным ходом, все компоненты уже на месте, и астрономы стран – членов ЕЮО уже думают о наблюдательных программах для нового телескопа.

Благодаря своей очень большой собирающей поверхности и высококачественной оптике VLT сможет исследовать очень далекие области пространства, лежащие намного дальше нынешнего горизонта. Наилучший метод регистрации предельно слабых источников света – суммирование большого числа экспозиций одного и того же поля. Это увеличивает общее количество регистрируемых фотонов и улучшает соотношение “сигнал–шум”. Известные изображения глубокого поля на Космическом телескопе им. Хаббла, полученные комбинированием 300 единичных экспозиций, обнаруживают множество слабых галактик на далеких пространствах Вселенной. 3,5-м Телескоп Новых Техно-

логий (NTT) ЕЮО – своего рода прототип VLT. Его ввод в действие на Ла Силья в 1990 г. – колоссальный рывок в телескопостроении. За 8 лет работы NTT сделал громадный вклад в науку на переднем фронте астрономических исследований. Кроме того, на нем были впервые опробованы многие из новейших технических достижений, планируемых для использования на VLT. В последний год в методику работы NTT внесены изменения с тем, чтобы сделать ее более похожей на методику будущей работы на VLT.

Чтобы уже теперь тестировать будущие наблюдательные процедуры, которые станут стандартными при операциях с VLT, группа астрономов провела наблюдения слабых галактик на NTT с помощью сверхглубокого многоцветного построителя изображений. Это ПЗС-камера высокого разрешения, она особенно эффективна в превосходных условиях видимости на обсерватории Ла Силья. Наблюдения проведены в феврале-апреле 1997 г. 122 ПЗС-снимка были получены в четырех цветах (синий, желто-зеленый, красный и близкий инфракрасный). Чистое время экспозиций – не менее 31,5 часа. Снимки покрывали 2,3'×2,3' “пустого” неба, к югу от квазара QSO BR 1202-0725 с большим красным смещением ($z = 4,7$).

Оказалось, что предельная звездная величина составила 27^m в синих и красных лучах и немного

меньше – в двух других. (27^m соответствует блеску объекта в 250 млн раз более слабого, чем можно видеть невооруженным глазом.) Хотя предел и ниже, чем достигнутый на камере глубокого поля Хаббла, он наилучший из всех, полученных на наземных телескопах.

Цель программы – изучение распределения галактик в поле зрения, эффектов гравитационного линзирования (космические миражи и искажения внешнего вида далеких галактик, вызываемые гравитационными полями на пути зрения), а также измерение фотометрического красного смещения далеких галактик. Последнее позволит оценить расстояния до галактик по величине их “покраснения”, вызванного смещением максимума яркости в спектре вследствие возрастания скорости удаления галактик с расстоянием (закон Хаббла). Недавние исследования галактик на снимках камеры глубокого поля телескопа им. Хаббла показали, что расстояния, найденные по этому методу, в большинстве случаев достаточно точны.

Галактики с яркостью порядка 25^m вскоре станут целью детальных спектроскопических исследований на ОБТ. Будут определены их основные физические параметры, такие как красное смещение, яркость и масса.

ESO Press Release 01/98

Николай Гаврилович Чернышев

В ряду крупных ученых в области космонавтики находится исследователь химии ракетных топлив Николай Гаврилович Чернышев – доктор технических наук, инженер-полковник. Его именем назван один из кратеров на Луне. Но, к сожалению, о нем нет ни одной публикации не только в энциклопедических изданиях, но и в исторических

трудах. Имя Н.Г. Чернышева упоминается лишь в связи с работами первых ракетных организаций страны (Газодинамическая лаборатория (ГДЛ), Реактивный НИИ, КБ-7, НИИ-4), где о нем говорят как о выдающемся деятеле отечественного ракетостроения и космонавтики.

Один из наших пионеров ракетной техники И.А. Меркулов назвал Н.Г. Чернышева “главным химиком космонавтики”. Несомненно, что проблема энергетики транспортных средств и топлива ракет с жидкостными ракетными двигателями (ЖРД) в космонавтике – одна из важнейших по масштабам и важности. Этой проблеме уделяли внимание К.Э. Циолковский, Ф.А. Цандер, Ю.В. Кондратьев, В.П. Глушко, зарубежные ракетостроители. Первым, кто посвятил себя целиком изучению и опытам по синтезированию ракетного топлива, был Н.Г. Чернышев.

Н.Г. Чернышев родился 9 сентября 1906 г. в семье учителей сельской школы станицы Казанской Кавказского отдела Кубанской области (в анкетах он писал: “русский, кубанский казак”). В 1912 г. Чернышевы переезжают в Краснодар, где отец становится банковским служащим. Здесь Николай заканчивает начальную школу и продолжает учебу до второго класса в Кубанском Александровском реальном училище. В 1918 г. отец переходит на работу в г. Кропоткин Краснодарского края, и семья возвращается вновь в станицу Казанскую. С 1918 по 1920 г. Николай учится в



Н.Г. Чернышев (1906-1953)

сельской школе и работает. В 1922 г. он, уже самостоятельно, уезжает для продолжения учебы в Краснодар. В 1924 г. ему вручают удостоверение об окончании 7-й советской школы II ступени (ныне средняя школа № 36).

В 1925 г. Н. Чернышев приезжает в Москву для поступления в МГУ, но на экзамены опаздывает. Полгода он работает упаковщиком книг в одной из типографий. В январе 1926 г. Николай уезжает в Ростов-на-Дону, где в это время проживала семья его отца. Здесь юноша работает в потребительском обществе и продолжает готовиться к поступлению в вуз. В августе 1926 г. он становится студентом Донского политехнического института Новочеркасска. В том же году Чернышев подписывает с одной из организаций контракт по изучению химии целлюлозы и для выполнения этой работы переводится в Ленинградский химико-технологический институт им. Ленсовета на факультет бумаги и целлюлозы.

В годы учебы в институте Николай увлекся идеями К.Э. Циолковского и решает посвятить жизнь воплощению их в реальность. После окончания института в 1932 г. он работает по распределению на ленинградской фабрике Гознака. Позднее Н. Чернышева призывают на действительную военную службу, а затем, по его просьбе, откомандировывают в Газодинамическую лабораторию в сектор В.П. Глушко на должность старшего инженера. Вскоре он становится одним из ведущих сотрудников в области жидкостных ракетных двигателей.

Когда формировался Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ – первая в мире государственная организация по разработке ракетной техники), Н. Чернышева назначают начальником отдела. Для работы в РНИИ в 1934 г. Николай Гаврилович переезжает в Москву. В короткие сроки Чернышеву удалось создать в институте химическую лабораторию для изучения проблем кислородных ЖРД. В 1934-35 гг. он работает над доработкой двигателей ОР-2 для пилотируемого ракетного самолета и 12К для крылатых ракет С.П. Королёва. Н.Г. Черны-

шев принимает участие и в организации моторной лаборатории.

Из автобиографии ученого ясно, что проделанный им путь в ракетостроении не был прямым и безмятежным. Возникший в руководстве РНИИ конфликт, обусловленный различной оценкой роли ракет с ЖРД и пороховых ракет привел к сокращению объема работ по жидкостным ракетам. С.П. Королёв был понижен в должности, а бывшие сотрудники РНИИ Л.К. Корнеев и А.И. Полярный организовали новое конструкторское бюро (КБ-7) для продолжения работ над жидкостными ракетами. Николай Гаврилович из-за разногласия с руководством института увольняется из РНИИ и переходит на работу в КБ-7, где ему обещают создать условия для продолжения опытов с жидкими топливами. Там он проработал с августа 1936 г. по апрель 1938 г. в качестве начальника испытательной станции. На станции проводились стендовая отработка кислородных ЖРД и летные испытания ракет. В этот период им написаны и опубликованы статьи о применении озона в ракетной технике.

В июне 1941 г. Н.Г. Чернышев уходит добровольцем на фронт, был ранен, но остался в строю, участвовал в боевых действиях у партизан. За доблесть и мужество, проявленные в боях, он награжден двумя орденами Отечественной войны 2-й степени и медалью “Партизану Отечественной войны” 2-й степени (ею он особенно гордился).

В конце 1942 г. Николай Гаврилович был отозван с фронта и приступил к работе по тематике жидкостных ракет в Научно-исследовательском институте № 3 СНК СССР. Н.Г. Чернышева назначили начальником химической лаборатории. Основными направлениями его научной деятельности стали исследования новых жидких топлив и подготовка материалов книги. В поле его внимания были проблемы использования жидкого водорода в ЖРД. Беспокойный характер, смелость в поисках новых решений по жидким топливам, прямота суждений и независимость вынудили его уйти из института, и он решает организовать самостоя-

тельные исследования для реализации собственных идей. В последующие годы ему приходится часто менять место работы. С 1946 г. он работает в составе группы М.К. Тихонравова в НИИ-4 (ракетной техники) Академии артиллерийских наук, которая была создана после окончания войны для исследования проблем артиллерии и ракетной техники.

В 1946 г. Алексей Иванович Нестеренко (начальник космодрома Байконур в 1955–58 гг.) как начальник НИИ-4 был в Главном управлении кадров министерства, где встретил своего руководителя А.И. Соколова. Соколов сказал ему, что в управлении находятся М.К. Тихонравов и Н.Г. Чернышев с новым проектом (имелся в виду проект вертикального полета человека “ВР-190”). Знакомство состоялось. А.И. Нестеренко выслушал рассказ о проекте. Позднее он вспоминал, как Чернышев убедительно доказывал, что советский человек в космосе должен быть первым. Специалисты понравились начальнику института, но, к сожалению, проект не укладывался в тематику и сверстанный уже план научно-исследовательских работ. Поэтому Алексей Иванович предложил Тихонравову и Чернышеву перейти с группой сотрудников работать в институт, а проектом заниматься вне плана.

Работа над созданием ракетных топлив в НИИ-4 Чернышевым велась весьма успешно. Она получила обобщение в монографии “Химия ракетных топлив” (1948 г.), долгое время оставшейся единственным пособием для подготовки специалистов. Монография была представлена Николаем Гавриловичем как диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Во время защиты в Институте нефти АН СССР Ученый совет присудил ему ученую степень доктора технических наук. Позднее ученым была создана своя школа.

Николай Гаврилович никогда не оставался безразличным и безучастным к делам, происходившим вокруг него. Поэтому не удивительно, что он начал работать в группе М.К. Тихонравова. Осенью 1945 г. в отделе стал разрабаты-

ваться ныне хорошо известный проект “ВР-190”. Тем более, что сама идея стратосферной ракеты родилась на совещании в квартире Н.Г. Чернышева. На основе немецкой баллистической ракеты V-2 (А-4) была разработана ракета-носитель для вертикального полета двух пилотов на высоту до 200 км.

Чтобы реализовать столь амбициозный проект, надо было найти заказчика. Активную роль в пропаганде проекта сыграл Н.Г. Чернышев. В 1946 г. он совместно с Тихонравовым прошел все инстанции, чтобы дать жизнь проекту. В феврале проект “ВР-190” доложен секретарю АН СССР, академику Н.Г. Бруевичу. В марте подана докладная записка президенту АН СССР С.И. Вавилову. Представлен проект был и в Министерство авиационной промышленности, что позволило экспертной комиссии под председательством академика С.А. Христиановича дать положительное решение. В июне состоялись совещания у министра авиационной промышленности М.В. Хруничева.

Н.Г. Чернышев и М.К. Тихонравов даже написали в мае 1946 г. письмо И.В. Сталину по тому же вопросу. Вот небольшой отрывок из него:

“Дорогой товарищ Сталин!

Нами разработан проект советской высотной ракеты для подъема двух человек и научной аппаратуры на высоту 190 километров. Проект базируется на использовании агрегатов трофейной ракеты ФАУ-2 и рассчитан на реализацию в кратчайшие сроки...

Помимо научной и технической важности, проект, по нашему мнению, содержит элементы громадного политического и общественного значения, своевременная реализация которых позволит нашей Родине вписать страницы славы и бессмертия в анналы истории цивилизации...

Изложенное, в силу... исключительных перспектив, являющихся следствием дальнейшего, уже продуманного нами, развития проекта, заставляет нас, товарищ Сталин, обратиться к Вам с просьбой о помощи в деле развертывания работ, направленных к росту славы нашей Родины и расширению горизонтов науки.

По поручению авторов высотной ракеты-190,

Инженер-
подполковники

Тихонравов М.К.,
Чернышев Н.Г.”

На этом письме И.В. Сталиным начертана резолюция: “...предложение интересное – рассмотреть для реализации”.

Для продолжения работ в НИИ-4 была утверждена тема исследований “ВР-150” (“Ракетный зонд”). В 1948 г. С.П. Королев отозвался на эту инициативу: “Необходимо продолжить работу авторов проекта “ВР-150” применительно к текущим практическим задачам. Первым этапом такой работы может быть осуществление безопасного спуска отделяющейся головки с приборами (“Ракетный зонд”, предлагаемый авторами проекта “ВР-150”). Эта идея авторов реализовалась в проекте возвращаемых космических аппаратов, в том числе и пилотируемых. Сам же проект “ВР-190” осуществился совершенно в ином виде. Однако М.К. Тихонравов и Н.Г. Чернышев в нем не участвовали.

Николай Гаврилович активно боролся за установление отечественных приоритетов в области ракетной техники. Любопытен эпизод, связанный с выходом в свет книги С. Вешенкова “Испытатели”. Стремясь исправить ошибку автора, Н.Г. Чернышев пишет статью “Некоторые малоизвестные моменты из истории отечественной ракетной авиации” в журнал “Вестник Воздушного флота”, но редакция ее отклоняет. Он предлагает для Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний (общество “Знание”) публичную лекцию “Некоторые вопросы истории ракетного оружия” и добивается получения положительного решения. А через некоторое время общество “Знание” предлагает Николаю Гавриловичу прочитать лекцию “Проблемы межпланетных сообщений в трудах К.Э. Циолковского и других советских ученых”. Отзыв на подготовленный текст пишет М.К. Тихонравов, рекомендуящий ее не только для чтения, но и к изданию отдельной брошюрой (она вышла в свет в 1953 г., уже после смерти ученого).

Еще одно направление творчества ученого – поиск методов противоздушной обороны (ПВО) районов страны. Пятнадцать лет он разрабатывал эту идею, о существовании которой ни с кем не делился. Он нашел решение проблемы в январе 1952 г., находясь в госпитале.

Деятельность Н.Г. Чернышева, сделавшая его крупным ученым, к сожалению, подорвала его здоровье (сказалась работа на протяжении многих лет с токсичными веществами).

Через полгода Николай Гаврилович снова в госпитале, и вновь инфаркт. К середине 1952 г. проблема ПВО проработана до такой степени конкретизации и убедительности, что он решает снова написать письмо И.В. Сталину. Несколько строк из письма: “В течение многих лет, одновременно с основной работой я трудился и над проблемой защиты крупных городов страны и важных объектов фронтовой полосы от налетов вражеской авиации. Я ставил задачу разработать такие меры защиты, которые обеспечивали бы 100% изоляцию объектов от проникновения к ним... самолетов противника, независимо от массовости налета. В настоящее время пути решения этой задачи мною найдены. Они оказались достаточно простыми и опирающимися на легко реализуемые и недорогие технические средства”...

Это письмо от 27 июня 1952 г. Зоя Григорьевна (жена ученого) отвозит в Кремль. 2 июля того же года из секретариата заместителя Председателя Совета Министров СССР Н.А. Булганина ему приходит уведомление о встрече. Поехать в Кремль Н.Г. Чернышев из-за болезни не мог, к нему в госпиталь, как рассказала Зоя Григорьевна, приезжал референт Н.А. Булганина и долго беседовал. Что это был за проект и какое было принято решение – пока неизвестно.

Н.Г.Чернышеву оставалось жить всего полгода. Он уже не мог повлиять на судьбу так долго мучившей его задачи, и она оказалась нереализованной. Известный ученый-ракетчик Ю.А. Победоносцев считал, что идея Николая Гавриловича опередила свое время на 20 лет и время ее тогда еще не пришло...

Умер Н.Г. Чернышев 2 января 1953 г. После смерти в кармане его кителя был найден небольшой листок бумаги с карандашным чертежом ракеты, формулой и специальными терминами, а на другой стороне написан текст: “Мой адрес на случай внезапной смерти: Моск-

ва, улица Красина, дом 27, кв. 2. Чернышев Н.Г.”. Он знал, что очередной инфаркт его сердце не выдержит.

*Б.Н. КАНТЕМИРОВ,
кандидат технических наук*

Информация

Будущая судьба солнцеподобных звезд

Конец активной жизни солнцеподобных звезд казался простым: звезда постепенно освобождается от оболочки раскаленного газа и потом долго остывает в состоянии белого карлика.

Наблюдения с Космическим телескопом им. Хаббла (КТХ), способным различить детальное строение оболочек газа, позволили собрать разнообразную коллекцию картин этой стадии эволюции звезд. Оболочки могут на-

помянуть по внешнему виду колеса со спицами, водяные веера газонных разбрызгивателей воды, элегантные двойные формы (одна из них изображена на обложке) и ракетные выхлопы. Внутри их встречаются пылевые диски и “орехи”, резко очерченные пузыри раскаленного газа типа баллон внутри баллона, колесные симметричные формы, красные четки на краях туманностей и струи высокоскоростных частиц.

Красные гиганты, предшественники туманностей, могли бы сформировать только простые сферические оболочки. По-видимому, сплести такие необычные фигуры помогают невидимые компаньоны: планеты, коричневые карлики или небольшие звезды. Обнаруженные с помощью

КТХ газовые фигуры свидетельствуют, что какие-то хорошо упорядоченные и мощные процессы, совершенно непохожие на взрывные, управляют путями, по которым звезды теряют массу.

Астрономы надеются продолжить наблюдения планетарных туманностей с новыми инфракрасными приборами КТХ. Таким образом они смогут разглядеть процессы в них на самой ранней стадии, прежде, чем туманность станет заметна в оптических лучах. Возможно, это пролетит новый свет на механизм потери массы умирающими звездами.

Hubble Space Telescope News
Press Release STScI-PR97-35

Информация

Самые массивные звезды

Астрономы объявили об открытии необычайно большого числа массивных звезд, сконцентрированных в одном из скоплений Большого Магелланового Облака. По оценке Ф. Массея из Национальной оптической астрономической обсерватории в Туксоне и Д. Хантера из Ловелловской обсерватории во Флагстаффе (США), в нем размещается около дюжины звезд с массами более $100 M_{\odot}$. По-видимому, здесь нахо-

дится самая массивная из всех известных звезд с массой порядка $150 M_{\odot}$.

Эта группа массивных звезд лежит внутри плотного звездного скопления R 136 в сердце туманности “Тарантул” или 30 Dor – гигантском облаке ионизованного водорода. R 136 – очень молодое звездное скопление, его возраст 1–2 млн лет. Массей и Хантер получили спектры 65 ярчайших звезд этого скопления с помощью спектрографа слабых объектов Космического телескопа им. Хаббла. Анализ спектров указал на температуру поверхности звезд в $50\,000\text{ K}^{\circ}$, что означает, что звезды относятся к спектральному классу O3. Это самые горячие, яркие и массивные звезды в природе.

Здесь их обнаружено больше, чем было известно до этого во всей Вселенной.

Ранее астрономы предполагали, что R 136 может содержать одну супермассивную звезду. Только Космический телескоп им. Хаббла с его высокой разрешающей способностью помог установить истину. В ядре скопления он обнаружил около 3500 звезд. Важно, что распределение звезд по массам такое же, как и в других областях интенсивного звездообразования. Возможно, что R 136 – шаровое скопление в начальном периоде своей истории.

National Optical Astronomy
Observatories, Tucson, Arizona
Release NOAO 98-02

Вселенная Декарта в оценке XX века



Рене Декарт (1596–1650)

МЕСТО ДЕКАРТА В ИСТОРИИ НАУКИ

С именем великого французского мыслителя и ученого-энциклопедиста **Рене Декарта** (1596–1650) связана целая эпоха в развитии естествознания. Он дал естествознанию философское и методологическое обоснование и построил новый математический аппарат для его описания.

Картезианство (от латинской транскрипции имени ученого – Renatus Cartesius) стало революционным, небывало смелым для XVII в., переворотом во взглядах на природу. Оно отрицало непосредственное вмешательство божественной силы в ее процессы. За Богом сохранялся лишь акт самого творения материи, приведение ее в движение и подчинение этого движения определенным физическим законам – законам механики. А далее все процессы в материальном мире рассматривались как совершающиеся естественным путем – под действием этих законов. Декарт провозглашал тем самым принцип самоорганизации материи, утверждая, что Природа сама способна “распутать хаос”.

Человек наделен разумом – главным признаком самого своего существования. **Cogito ergo sum!** – “Мыслю, значит, существую”, – так определил это Декарт. И хотя он считал, что это качество получено от Бога, но объявлял человека способным далее самостоятельно раскрыть и познать законы природы. Таким образом, Декарт четко отделял науку от религии. Он допускал возможность двух истин – церковной (соответствующей Библии) и научной. В этом состоял дуализм (двойственность) картезианства как мировоззрения.

В своих трудах по физике ученый сделал первую в новое время попытку

построить универсальную естественно-научную (кинетическую) теорию материи и материальных причин всех природных явлений, включая загадочный для тех лет процесс распространения света, а также явление тяготения и даже... процесс мышления.

ДЕКАРТ О МЕТОДЕ ПОЗНАНИЯ

В своем знаменитом **“Рассуждении о методе”** (1637 г.) он дает четкое (близкое к современному нам!) определение науки как “знания” и как процесса его получения: знание не есть собрание случайных истин, а единая система. Чтобы получить такое систематическое знание, необходимо превратить исследование природы из поиска случайных открытий в систематизированную деятельность по выработке новых знаний. Вслед за Ф. Бэконом Декарт высоко ценил эксперимент, но призывал не доверять ему слепо, а теоретически анализировать его данные. Ясность теории была для Декарта-рационалиста наиболее важным критерием ее истинности.

ДЕКАРТ-ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЬ

Декарт был первым ученым – энциклопедистом и эволюционистом, физиком, механиком, оптиком, физиологом. Его трактаты (приложения к главному труду – “О методе”) – “Геометрия”, “Диоптрика”, “Метеоры” содержали важнейшие исследования по алгебре, геометрии, устанавливали новые принципы механики, закладывали основы геометрической, физической, и даже физиологической (теория зрения) оптики. Нарушая церковную догму о сотворении всей природы, в том числе животных и человека, в готовом виде, Декарт одним из первых осмелился проследить постепенное развитие зародыша (исследуя трупы стельных коров).

Открыв (независимо от Снеллиуса) **закон преломления лучей света**, он первым применил его в экспериментальных исследованиях радуги и построил ее теорию. (До него попытки в этом направлении делались Т. Гарриотом – 1606 г., и М.А. де Доминисом –

1611 г.). Декарт сам шлифовал линзы и изготавливал оптические инструменты.

Даже в математику Декарта – созданную им аналитическую геометрию – проникла идея развития. Он ввел прямоугольную систему координат, с ее идеей координаты как переменной величины (“текущая координата”).

В математике он неожиданно проявил себя и как остроумный практик. Говорят, что именно Декарт предложил перенести координатную сетку на... театральные залы и нумеровать ряды и кресла, из-за которых прежде среди парижских аристократов возникали бурные ссоры вплоть до вызова на дуэль!

ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ ДЕКАРТА

Декарт считал **законы механики** наиболее фундаментальными и универсальными законами природы. Отсюда следовала важность выявления главных принципов механики. Декарт первым (раньше Ньютона) дал полную, по существу современную, формулировку принципа инерции – как стремления тела сохранять свое состояние покоя или движения, причем прямолинейного(!). Общепринятый тогда Аристотелевский принцип инерциального (т.е. не требующего приложения силы) движения, разделявшийся еще Галилеем, имел в виду движение круговое. (Напомним, что представление о таком, “бессиловом” вечном движении возникло при наблюдении кругового движения звездного неба.) Другим основополагающим принципом механики Декарт провозгласил сохранение количества движения (mv). Упоминая о роли Бога, он, тем не менее, обосновывает свои выводы опытами с пращой и камнем – в первом случае и передачей количества движения от одного тела к другому при соударении твердых шаров – во втором. И хотя уже современники отмечали ошибочность конкретных механических теорий Декарта (например, теории удара), важным новым шагом на пути развития естествознания был сам намеченный Декартом метод исследования окружающего материального мира – выработка и уяснение основополагающих общих

принципов, а затем уже (на их основе) – объяснение явлений и построение научных гипотез.

Это методологическое значение натурфилософии Декарта глубоко осознал Ломоносов: "...Картезий осмелился Аристотелю философию отвергнуть и учить по своему мнению и вымыслу. ...тем ученых людей ободрил против Аристотеля, против самого себя и против прочих философов в правде спорить и тем самым открыл дорогу ...к вращению наук приращению".

КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГОНИЯ У ДЕКАРТА

Декарт считал, что любое явление можно объяснить как следствие определенных механических движений. Это открывало возможность рассматривать явления и объекты материального мира в их становлении и развитии. Более того, естественно возникала мысль: а нельзя ли объяснить на той же основе происхождение всего Космоса и его систем, вроде нашей, планетной?

При этом Декарт вынужден был проявлять лояльность по отношению к церкви: ведь Библия утверждает, что все в мире было создано Богом в готовом виде. В связи с этим Декарту приходилось оправдывать свой исторический подход к изучаемым явлениям, представляя его всего лишь как некую гипотезу, удобный метод для лучшего их понимания. Подобное сделал Осияндер в предисловии к книге Коперника! И быть может, зря его осуждают за это историки...

Свои мысли об устройстве и происхождении окружающего мира Декарт опубликовал в **"Началах философии"** (1644 г.). Развивая древнюю идею Анаксагора о вихревом зарождении Вселенной и находясь под влиянием аналогичных представлений Кеплера о вихревой природе Солнечной системы, он создал первую механистическую (и в этом смысле материалистическую) универсальную **эволюционную космологию и космогонию**. Именно Декарт (а не Кант!) был родоначальником эволюционной космогонии в новое время. (Заслуга Канта в том, что он впервые построил такую картину на основе ньютоновой гравитационной теории.)

По Декарту, все небесные тела образовались в результате случайно возникших **материальных вихрей** в первоначально однородной среде. Там были изначально смешаны три элемента, принятые Декартом в качестве первичной основы всех материальных тел. **Первый** из них – тончайшая материя, пронизывающая беспрепятственно все тела и заполняющая сплошь все поры (элемент **"огня"**); **вторым** элементом считался **"воздух"**, заполняющий все мировое пространство – прообраз "мирового эфира" в последующей физической картине мира. Декарт приписывал ему обычные механические свойства, лишив его "небесности", принципиального отличия от всего земного (как это утверждал некогда Аристотель). Особыми движениями частиц эфира Декарт объяснял явление света. **Третьим первичным элементом**, по Декарту, были наиболее грубые, плотные и большие частицы. Возрождая идеи древнегреческих атомистов, он утверждал, что движение и столкновение первичных частиц материи приводит к изменению их формы и размеров, порождая таким образом все качественное богатство мира.

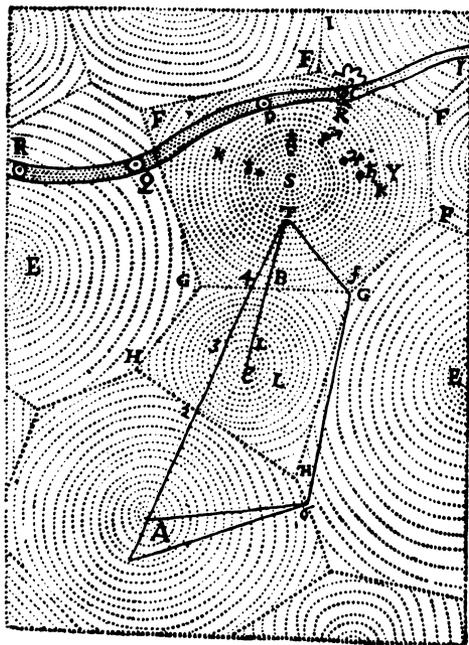
В более раннем варианте его космогонии – "Трактате о свете" – у Декарта есть еще одна любопытная идея: первоначальное состояние материи, уже разделенной на три основных элемента, описывается как некий хаос, но хаос физический – материя в состоянии непрерывного перехода одних частиц в другие (!) в результате столкновений, дробления одних и сцепления других. И только после формирования вихрей частицы начинают разделяться центробежной силой по своим размерам и плотности и упорядоченно размещаются в пространстве. (Такая картина перекликается с первыми кадрами известного, ярко написанного С. Вейнбергом, сценария формирования вещества в "горячей Вселенной".)

По Декарту, наиболее мелкие, подвижные частицы "огня" собирались в центре вихря. Наиболее тяжелые – на периферии. Чрезвычайно своеобразно, с попыткой опереться на наблюдаемые явления, рисует Декарт процесс фор-

мирования в таком вихре планет: из неких менее подвижных, но недостаточно плотных, “пористых” или “ветвистых” частиц третьего рода, которые поэтому не отбрасываются далеко от центра, а, сцепляясь, образуют на поверхности центрального огненного тела нечто вроде множества пятен. Затем эти промежуточные образования под действием центробежной силы отходят от центрального тела и образуют планеты. Здесь небезынтересна идея возникновения промежуточных тел, отдаленный прообраз “планетезималей”! Идею отрыва от Солнца материи его пятен в виде самостоятельных тел повторил (спустя почти столетие) голландский физик, член Парижской и Берлинской академий Н. Гартсокер (1656-1725), пытаясь объяснить природу загадочных болидов. Не отголосок ли это космогонии Декарта, который значительную часть жизни провел в Голландии? Напомним, что у Гартсокера в Амстердаме в 90-е гг. брал уроки физики Петр Первый.

Кометы же, по космогонии Декарта, формируются на периферии Солнечной системы-вихря из собирающихся там наиболее грубых и больших частиц третьего элемента. Центробежные силы здесь столь велики, что часть комет может быть выброшена из своего вихря в соседний и далее. Они могут переходить из одного вихря в другой и странствовать по сложным искривленным путям. Солнечная система – один из таких вихрей. Звезды – другие солнца, и, следовательно, – центры других вихревых планетно-кометных систем. В результате естественно возникла картина **Космоса со множеством миров** – “солнечных систем”.

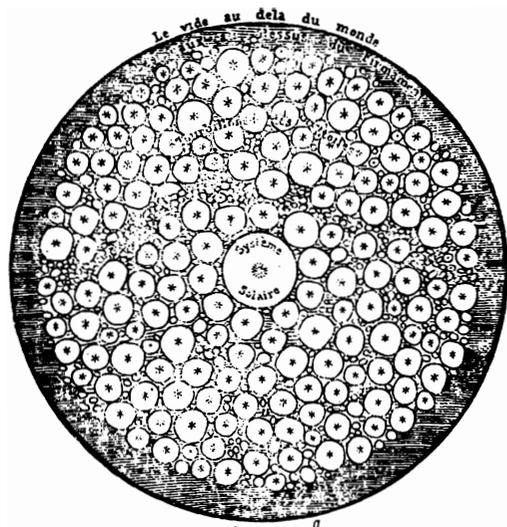
Планеты, по теории Декарта, движутся не самостоятельно, а увлекаются общим вихревым движением (в духе теории Кеплера). Одним из первых Декарт (в отличие от Галилея) высоко оценил открытия Кеплера и включил в свою картину движение планет по эллиптическим орбитам и почти в одной плоскости (не заметив, как и Кеплер,



противоречия с... вихревым движением). В эпоху Декарта была открыта Галилеем новая принципиально важная структурная деталь Солнечной системы – спутники. Галилей открыл четыре спутника Юпитера и принял за спутники два выступа с противоположных боков у Сатурна, зашифровав свое сообщение об этом в виде анаграммы. И как только она была раскрыта самим автором (“Высочайшую планету тройною наблюдаю”), на это тут же откликнулся Декарт. Он писал, что Сатурн обладает двумя “неподвижными” лунами и, видимо, первым отметил эту загадочную особенность новых “спутников”: неизменность их расположения относительно планеты!

ДЕКАРТ О ПРИРОДЕ ТЯГОТЕНИЯ

Давлением частиц друг на друга в вихре Декарт пытался объяснить самую древнюю загадку космофизики – природу тяготения. Здесь важно, что впервые тяжесть стала рассматриваться им не как врожденное, а как производное качество, возникающее в результате взаимодействия материальных частиц. Декарт первым отверг сре-



двенековую идею силы как врожденно-го качества материи, к тому же действующего на расстоянии, через пустоту. Все явления происходят, по его теории, как результат механических движений и столкновений частиц.

Декарт рассматривал и вопрос о неком равновесии соседних вихрей, что обеспечивало их сосуществование (ведь его вихревые клетки-вселенные соприкасались).

ПРЕДВИДЕНИЯ ДЕКАРТА

Во Вселенной Декарта нет не только пустоты, но и неподвижных точек. Все заполнено материей, все движется. "Я не сомневаюсь, – писал он своему другу физику Мерсенну, – что и звезды всегда несколько изменяют свое взаимное расположение [!], хотя их и считают неподвижными". Это яркий пример верного частного вывода из правильных общих принципов устройства природы! Подобно древним гелиоцентрам и Копернику, Декарт объяснял невероятной удаленностью звезд неуловимость их параллакса, но, кроме того, также... явление немногих известных тогда туманностей ("туманных звезд") и самого Млечного Пути. Ученый не сомневался, что это собрания звезд, лучи от которых сливаются вместе, опять же, из-за огромных расстояний. Вместе с тем, он полагал, напри-

мер, что кометы по размерам больше звезд!

Декарт одним из первых стал анализировать астрономические явления на основе физической оптики. Так, рефракцией на границе "нашего неба" (космического вихря) он объяснял мерцание звезд, появление и исчезновение некоторых из них. Но рефракцией же он пытался объяснить и явление хвостов у комет (этого, последнего, ошибочного мнения придерживался и его младший современник – Гевелий).

Пожалуй, одним из первых Декарт осознал наличие атмосферы у Земли, как некоего образования, выделенного из общей мировой среды, из мирового эфира (материя всего вихря составляла у него "большое небо", а материя, вращающаяся вокруг Земли – "малое"). Напомним, что прежде воздушное околоземное пространство простирали до Луны (отсюда – "подлунный" и "надлунный" мир Аристотеля).

Древнюю идею о космогонической роли вихревого движения мировой материи Декарт впервые распространил и на процессы возникновения осевого вращения у планет и появления у них спутников. Он полагал, что осевое вращение формирующихся планет возникает в результате якобы более быстрого движения более далеких частей общего вихря нашей Солнечной системы (твердотельное вращение сплошной околосолнечной туманности). В свою очередь вращающиеся планеты возбуждали в своей окрестности новые локальные вихри мировой материи. При этом иногда могло происходить поглощение общепланетным вихрем таких локальных, меньших вихрей, и у планеты появлялся спутник. Напомним, что идея локальных завихрений получила большое развитие в планетарной космогонии XIX в., например, у Э. Фая. В наши дни в качестве структурной детали галактик рассматриваются возникающие в них гигантские "циклонические движения" – своеобразные вихри.

Вся космофизическая картина и объяснение ряда конкретных явлений (например, приливы и отливы) опирались у Декарта на утверждение о том, что Земля движется. Поскольку это шло вразрез с религиозными догмами, лежавшими в основе всей общественной идеологии его эпохи, Декарт не сразу решился обнародовать свои идеи. Еще в юности (в 1619 г.) он задумал создать всеохватывающий космолого-космогонический труд под названием “Мир” (первоначально намереваясь включить в него и описание развития и даже происхождения живой природы, вплоть до человека). Но, завершив космолого-космогоническую часть (в 1630-33 гг.), Декарт отказался от публикации, узнав о расправе римской инквизиции над Галилеем (прежде всего, за признание движения Земли!). Копия рукописи, а затем и сама рукопись “Мира” (дополненная, но, по-видимому, так и не законченная автором) были опубликованы лишь после смерти ученого (в 1664 и 1677 гг.) соответственно, под названием “Мир, или трактат о свете и других важных наблюдаемых [ощущаемых] объектах” и “Трактат о человеке”. При жизни Декарта его космогония и теория материи были частично опубликованы в упоминавшемся сочинении – “Начала философии” (1644 г.), но в более осторожной, завуалированной форме, с некоторыми отступлениями от первоначальных смелых идей “Мира”.

Большую часть своей творческой жизни (1629-1649 гг.) Декарт прожил в духовно более терпимой протестантской Голландии, где мог публиковать свои труды. Именно там были повторно опубликованы галилеевы “Диалоги” и “Беседы”, уже после осуждения их автора. Слава нового естественнонаучного объяснения всех явлений природы, включая самое Вселенную, на основе естественных законов механики быстро разносилась по Европе. (Правда, в незавуалированном виде **вихревая космогония Декарта** была опубликована, как уже говорилось, лишь после его смерти, в преддверии открытий новой,

ньютоновой физики. В конце XVII в. она многими воспринималась уже как устаревшая в своих физических основах.) Но в середине века крамольной представлялась сама картина множественности развивающихся солнечных систем... Недаром даже в протестантской Голландии уже в 40-е гг. лекции Декарта были запрещены, причем еще раньше, чем в католических странах.

Возвратиться на родину, в католическую Францию также не сулило ничего хорошего. Приняв приглашение шведской королевы Христины, Декарт в 1649 г. переехал в Стокгольм, где организовал Королевскую академию. Однако переезд оказался роковым: не только суровый климат, но и чуждые обычаи, ломавшие привычный образ жизни философа (среди них – обязанность являться на утреннюю аудиенцию к 24-летней королеве-спартанке чуть ли не на рассвете; в это время он обычно еще спал, а затем, еще не вставая, любил обдумывать свои научные идеи), подорвали его здоровье, и 11 февраля 1650 г. великий Картезий, почетный гость-пленник, умер от воспаления легких.

В 1663 г. сочинения Декарта внесли в папский “Индекс” (указатель запрещенных, еретических книг). В 1671 г. запрет на труды Декарта был наложен и в королевской Франции, где “картезианство” стало восприниматься как символ недопустимого вольномыслия. И все же, можно сказать, вся вторая половина XVII в. и значительная часть XVIII в. в европейской философии и естествознании прошла под сильнейшим влиянием картезианства. Физика Декарта, несмотря на противоречия и ошибочность конкретных теорий, стала основой для формирования естественнонаучной механистической картины мира, а его метод стимулировал развитие материалистической философии, особенно во Франции.

Влияние Декарта-космолога особенно ярко проявилось в знаменитом сочинении французского популярного писателя-картезианца Б. Фонтенеля “Беседы о множественности миров” (1686 г.). Роберт Бойль первым высоко оценил декартовскую космогонию. В

России верным последователем Декарта-физика и натурфилософа был М.В. Ломоносов. Под влиянием Декарта создал, уже в середине XVIII в., свою вихревую гипотезу происхождения Солнечной системы Э. Сведенборг. Последователями декартовой кинетической теории тяготения были Лейбниц, Гюйгенс, Вариньон, Эйлер, Бернулли, Кассини и др. Теория тяготения Ньютона даже в Англии, не говоря уже о странах материковой Европы, была воспринята далеко не сразу. Декарт был среди тех гигантов, на плечи которых (по его же словам) опирался Ньютон. Великий преобразователь естествознания, автор классической теории тяготения начинал как физик-картезианец и в своих размышлениях о природе тяготе-

ния не мог удержаться от замечания, что для ее объяснения необходим некий агент-посредник, т.е. отрицал принцип дальнего действия (совсем в духе Декарта, хотя и выступал в своих "Математических Началах" беспощадным критиком картезианской физики в целом).

После запрета Римом сочинений Декарта официальные власти Франции воспрепятствовали достойному проведению церемонии перезахоронения праха великого ученого и мыслителя на родине, в Париже, в церкви Сент-Женевьев в 1667 г. (король издал специальный указ – не произносить речей!..).

А.И. ЕРЕМЕЕВА,

кандидат физико-математических наук

Информация

Метеоспутники фиксируют похолодание

Некоторые специалисты скептически относятся к утверждению о процессе глобального потепления, ссылаясь на информацию со спутников дистанционного зондирования Земли. Действительно, наземные приборы измерения температур за последние десятилетия зарегистрировали их рост, а приборы на борту ИСЗ показывают некоторое похолодание с момента начала наблюдений в 1979 г.

Это пытаются объяснить научные сотрудники Национального центра атмосферных исследований США в Боулдере (штат Колорадо) Дж. Херрелл и К. Тренберт. Они проанализировали показания прибора MSU (Инструмент для микроволнового зондирования), установленного на борту спутников, работающих на полярных орбитах. Прибор определяет темпера-

туру воздуха, измеряя микроволновое излучение кислорода, содержащегося в нижних слоях атмосферы. Анализ данных, полученных с 1979 г., подтверждает падение средней температуры на $0,05^{\circ}\text{C}$ в десятилетие. Согласно же наземным измерениям, температура поверхности Земли в этот период возросла на $0,13^{\circ}\text{C}$. Специалисты считают, что "парниковые" газы существенного влияния на климат Земли не оказывают.

Управление по изучению океана и атмосферы США ведет одновременные наблюдения с двух метеоспутников, заменяя каждый из них через 3–5 лет после запуска. Необходимо сопоставлять информацию от приборов, установленных на борту нескольких спутников. В этом, по мнению Дж. Херрелла и К. Тренберта, есть разности показаний, особенно относящихся к тропическим регионам планеты. Ученые использовали независимо полученные данные о температуре верхних слоев воды акватории в экваториальной области Земли. Оказалось, что за период между 1982 и 1991 гг. они хорошо совпадают со спутниковой информацией – показания MSU были вполне надежными.

Иная картина вырисовывается в периоды замены спутниками нового поколения – до 1982 г. и после 1992 г. Ошибки возникают при попытке наложения взаимоперекрывающихся данных, полученных от различных ИСЗ, что требует пересмотра методик. Однако подобное заключение вызвало возражения со стороны других специалистов. Ученые обнаружили не ошибку в измерениях, а реально существующие изменения в атмосферных условиях. По неизвестной еще причине воздушные массы в тропической зоне в одни периоды соответствуют состоянию поверхности моря, в другие – нет. Выдвинуто предположение о связи температурных колебаний с вулканической активностью и с явлением Эль-Ниньо (резким циклическим потеплением центральной части Тихого океана). Крупные вулканические извержения, сопровождаемые выбросами гигантских масс газов и пепла, происходили в 1982 и 1992 г., а Эль-Ниньо – в 1991 г. Эта важнейшая проблема требует дальнейшего тщательного и разностороннего изучения.

Science News, 1997, 151, 11

Науки о Земле на пороге XXI века

В ноябре 1997 г. в Москве в помещении нового Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского состоялась международная конференция, организованная Российским фондом фундаментальных исследований РАН. Само название подчеркивает значение Конференции для будущего развития науки – “Науки о Земле на пороге XXI века: новые идеи, подходы, решения”. Участники ее – геологи, геофизики, географы, геохимики, экологи – представляли все научные центры России и некоторых стран СНГ. Были не только

подведены итоги достижениям наук, исследующих Землю, но и обращено внимание на те научные направления, развитие которых особенно перспективно в наступающем столетии.

На пленарных заседаниях конференции обсуждено 50 докладов, более 150 было представлено на стендах. Во многих из них изложены новые идеи, требующие существенного уточнения и совершенствования сложившихся представлений. Вступая в двадцать первый век, ученые все больше осознают существование многообразных связей процессов, происхо-

дящих на поверхности Земли и в атмосфере. Причем это связи не только с состоянием глубоких недр планеты, но и с ее движением вокруг оси и по около-солнечной орбите.

На рубеже веков серьезную перестройку переживает **геотектоника**. В середине столетия в научный обиход прочно вошли идеи о подвижности земной коры, разбитой на ряд литосферных плит. Теория глобальной тектоники объясняла многие явления и процессы, связанные с динамикой лика Земли (Земля и Вселенная, 1996, № 1). Однако полученные в последние годы материалы глубокого бурения, главным образом на дне океанов, а также сейсмических, магнитометрических исследований и прямых измерений космической геодезии заставили скорректировать основные положения теории. Об этом заявил в своем докладе ведущий специалист в области глобальной тектоники акаде-



На научной конференции “Науки о Земле на пороге XXI в.”, проходившей в конце 1997 г.

Фото З.А. Бессудной

мик **В.Е. Хаин**. Тектоника литосферных плит хорошо отражает эндогенные и геодинамические процессы на глубинах до 400 км, но она недостаточно учитывает воздействие на тектоносферу **глубинных потоков вещества и энергии**. Необходимо создать новую модель, которая учла бы реальное разделение Земли на **геосферы**. Процессы конвекции и адвекции (вертикального и горизонтального переносов) вещества проявляются в каждой из них автономно. Их направленность и цикличность связаны с вековым изменением внутренней энергии Земли и перестройкой ее орбитального движения в космосе.

Конференция отразила проникновение в науки о Земле идей **фрактальности** (самоподобия) и **синергетики** (самоорганизации). Все процессы, происходящие во Вселенной, находятся в тесном взаимодействии. Какова бы ни была их природа, они обнаруживают черты подобия независимо от масштабности. По поведению целого можно получить представление о его частях, а зная хотя бы некоторые из них, предсказать существование других, их эволюцию, структуру и относительные размеры.

На конференции говорилось, что бесконечное разнообразие структур в природе подчиняется относительно небольшому числу сценариев. Множество процессов взаимосвязаны и зависимы друг от друга. Новые подходы к раскрытию научных проблем помогают решать и практические задачи. Во всяком

случае уже есть основания говорить, что перемещения внутреннего твердого ядра Земли влияют на направление потоков вещества во внешнем ядре, которые в свою очередь связаны с мантийным перемещением масс. Это обстоятельно продемонстрировано в докладе члена-корреспондента РАН **Ю.Н. Авсюка** и доктора физико-математических наук **Б.В. Левина**. Наблюдения астрометристов за перемещениями оси вращения в теле Земли имеют прямое отношение к полученным сейсмологами данным об анизотропии волн, проходящих через внутреннее ядро Земли. Перемещения внутреннего ядра могут играть роль механизма, ответственного за **генерацию магнитного поля**.

Геохимическая модель верхней мантии Земли помогла представить основные черты **литосферной коры Марса**, более мощной, чем на Земле. Эти данные подтверждены результатами, полученными с помощью американского исследовательского аппарата "Pathfinder".

Ученые Гидрометеорологического центра Российской Федерации установили существование тесного **обмена воздухом и энергией между стратосферой и тропосферой**. На границе двух главных слоев атмосферы возникают своеобразные купола и воронки размерами в тысячи километров, через которые воздух из верхней атмосферы проникает в нижнюю, вплоть до земной поверхности. А когда в приземном воздухе обнаружи-

вается стратосферная составляющая, происходит резкое (в 10-20 раз) увеличение содержания в воздухе радионуклидов и озона. Эти процессы, несомненно, оказывают влияние на формирование погоды. Понять их – значит научиться строить более точные прогнозы.

Создание согласованных моделей, описывающих весь комплекс процессов в недрах Земли, гидросфере и атмосфере, было общим для докладов в геофизической секции. Член-корреспондент РАН **А.В. Николаев** (ОИФЗ РАН) обосновал новое понятие в геофизике – наведенная сейсмичность. Речь идет о зависимости сильных землетрясений от суммарного эффекта ряда слабых внешних воздействий. Это прежде всего изменения скорости вращения Земли, земные приливы, подземные ядерные взрывы, штормовые микросейсмсы, наполнение искусственных водохранилищ, выработки нефтяных и газовых месторождений, а также твердых полезных ископаемых, мощные импульсы электрического тока. Влияние техногенных воздействий на структуру тектонических движений постоянно растет. Нередко оно соизмеримо с магнитудой естественных воздействий и способно повлиять на сценарий сейсмических событий, когда в них возникают моменты неустойчивости.

С большим интересом ознакомились участники конференции с **электронным геодинамическим глобусом Земли**, созданным коллективом исследо-



Геодинамический глобус масштаба 1:10 000 000 в электронном варианте, разработанный в отделе геоинформационных систем Государственного геологического музея имени В.И. Вернадского под руководством академика РАН Д.В. Рундквиста

вателей Геологического музея имени В.И. Вернадского под руководством члена-корреспондента РАН **Д.И. Рундквиста**. В этом уникальном произведении нашли отражение самые последние достижения в области глобальной тектоники.

Глобальной и дискуссионной проблеме посвящен доклад **Б.В. Левина** о том, что периодическое усиление тектонической активности Земли – следствие “накачки” огромной энергии в нелинейную среду, каковой служит мантийно-коровая оболочка. Эта энергия производится в результате периодического изменения скорости вращения Земли и расходуется на усложнение структуры земных оболочек и формирование колебательного режима тектогенеза.

Динамика ледяных арктических покровов, как показали **В.С. Смирнов** и **А.И. Данилов**, служит примером самоорганизации на границе океан-атмосфера. Об этом говорит строгая периодичность деформаций ледовых полей в виде изгибов и подвижек (20 суток) и закономерное запаздывание пика скорости ветра на несколько часов от появления автоколебаний во льдах.

Воздействие мощных искусственных потоков коротких радиоволн, излучаемых с поверхности Земли (доклад **Н.Ф. Благовещенской** с соавторами), приводит к модификации процессов ионосферно-магнитосферного взаимодействия. В результате появился ряд таких геофизических явлений и естественных возмущений в ионосфере, которые ранее не наблюдались.

Последствия вмешательства человека в природные процессы могут быть очень серьезными.

Взаимосвязи и взаимодействие неорганического и органического мира, неживой и живой природы – важнейшая тема конференции. Она раскрыта в докладах ученых, прибывших из сибирских научных центров. В докладе “Белые пятна биогеохимического цикла углерода в океане” **М.В. Иванов** и **А.Ю. Лейн** (ГЕОХИ имени В.И. Вернадского РАН) доказали, что при создании современных моделей углеродного цикла в океанах игнорируется роль **микробного органического вещества**. Между тем, микробная биомасса дает до 50% углерода окисляемого органического вещества; например, значительная часть морского метана имеет микробное происхождение. При окислении его образуется необычное по изотопному составу органическое вещество и карбонаты

Н.И. Барков с соавторами из Арктического и Антарктического НИИ исследовали ледяной керн из скважины глубиной 3350 м в Антарктиде и проанализировали содержание в нем изотопов углерода, аэрозольных микрочастиц, газового и изотопного состава воздушных включений. Гляциологи составили характеристику климатиче-

Обсуждение стендовых докладов геофизиков. Крайний справа – директор ВСЕГЕИ академик А.Д. Щеглов, крайний слева – директор Института ВНИИОкеанологии академик М.С. Грамберг, в центре – академик-секретарь отделения геологии, геофизики и горных наук академик Д.В. Рундквист.

Фото З.А. Бессудной



ских колебаний и изменения уровня моря за последние 420 тыс. лет; сделан вывод о **глобальном характере изменений климата** за этот период.

Ряд актуальных и интересных докладов был посвящен проблемам **геоэкологии**.

В докладе академика РАН **Н.П. Лаверова** с соавторами проанализированы процессы рассеяния и концентрирования **природных и техногенных радионуклидов**.

В связи с развитием ядерной энергетики в ряде районов России сосредоточены критические количества радиоактивных отходов, представляющих серьезную экологическую опасность. В докладе рассмотрены эффективные технологии, благодаря которым радионуклиды включают в высокоустойчивые минеральные матрицы и стекла: сооружаются водонепроницаемые, сорбционные **физико-химические барьеры**. Тогда становится возможным глубинное **захоронение радиоактивных отходов в кристаллических геологических формациях**. Развитие исследований в этой области – одно из актуальных направлений в геоэкологии.

Важнейшая для выживания человечества проблема конфликта биологической и социальных стратегий эволюции рассмотрена в докладе члена-корреспондента РАН **А.В. Каныгина** (СО РАН). По его мнению, эволюция биосферы представляет собой процесс самоорганизации, обеспечивающий стабильность и равновесие в окружающей Землю оболочке жизни. Именно в антропогенезе достигнута максимальная устойчивость биосферы за всю ее историю. Дестабилизирующее влияние человека на биосферу пока еще нейтрализуется. Она реагирует на изменение внешних факторов в форме ротации ее отдельных компонентов. Однако такая ротация может оказаться роковой для человечества, лишив его привычных ресурсов питания и других необходимых биологических компонентов окружающей среды.

Синергетический подход к анализу разнообразных систем и процессов представляет собой альтернативный равновесной

термодинамике метод исследования всевозможных структур. Особое внимание уделено на Конференции нелинейным явлениям и использованию теории фракталов для анализа геологических явлений.

Академик **Ф.А. Летников** (Иркутск) впервые поставил проблему, которую придется решать в XXI в. – **синергика среды обитания человека** (см. статью Ф.А. Летникова в этом номере журнала). Впервые предпринята попытка оценить **степень кооперативного влияния** на человека солнечно-космических, теллурических и техногенных полей. При взаимодействии физических полей различной природы возможно возникновение критических ситуаций, приводящих к массовым отклонениям от стабильного состояния. В узких энергетических зонах, где системы достигают высокой степени организации, биологические объекты, в том числе и человек, испытывают серьезные потрясения.

В докладе В.С. Ивановой (ИМЕТ РАН) развилось представление о едином принципе построения структур живой и неживой природы из кластеров сфер, образующих структуру полиэдров. Эту идею можно считать слишком смелой, но появившиеся публика-

ции о зарождении жизни (вирусоподобных объектов) на базе глинистых минералов смектитов как результате самоорганизации заставляют задуматься о серьезных перспективах такой модели.

Конференция показала, что научный уровень наук о Земле в России про-

должает соответствовать мировым стандартам.

*Ю.Н. АВСЮК,
член-корреспондент РАН,
ОИФЗ РАН,*

*С.П. КОРИКОВСКИЙ,
член-корреспондент РАН, ИГЭМ*

*В.В. ЯРМОЛЮК,
доктор физико-математических
наук, ИГЭМ*

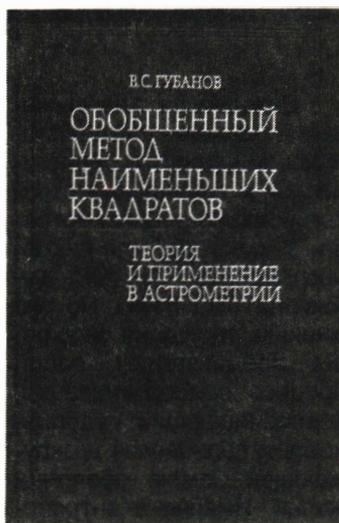
НОВЫЕ КНИГИ

Все о методе наименьших квадратов

Эта книга имеет длинное название, как это было принято в XVIII веке и раньше, но от которых мы уже отвыкли: “Обобщенный метод наименьших квадратов. Теория, применение в астрометрии”. Выпущена издательством “Наука”, Санкт-Петербург. Автор – доктор физико-математических наук, сотрудник Института прикладной астрономии РАН В.С. Губанов.

Метод наименьших квадратов (МНК) – один из важнейших способов обработки экспериментальных данных. Его классическая теория создана Гауссом почти 200 лет назад, а последние полные и систематические изложения появились свыше 30 лет назад.

Именно в эти 30 лет произошли решительные изменения в методике и технике астрометрии (и не только в ней). Оказалось, что некоторые ограничения на условия применимости МНК, которые и ранее затрудняли его использование (например, требование равноточности измерений), делают его мало пригодным в современной астрометрии. Сейчас – это наука о позиционных определениях космических объектов в четырехмерном пространстве-времени. Для этого она должна создать опорные координатно-временные системы отсчета, наземные и космические, и вести контроль их взаимной ориентации. Новая техника измерений (радиоинтерферометрические наблюдения со сверхдлинными ба-



зами – РСДБ, лазерная локация ИСЗ и Луны, навигационные спутниковые системы, спутниковые геодезические системы, астрометрический спутник) резко повысила объем, разнообразие, точность и стоимость астрометрических наблюдений. Встала необходимость совместной обработки весьма разнородных данных. Классический МНК неспособен учитывать статистическую зависимость случайно-систематических ошибок этих данных и выделить из них оптимальным образом полезную информацию, у него нет возможности анализировать стохастические и динамические модели, которыми сейчас требуется описывать данные высокоточных наблюдений. Поэтому здесь и возникло наиболее важное из появившихся в последнее время обобщений МНК – средняя квадратичная коллокация (СКК).

Как отмечает автор, именно удачный пример применения СКК в уточнении гармоник геопотенциала по разнообразным данным наземных и космических измерений привел его к идее написать эту книгу, с тем, чтобы подобным образом решать разнообразные задачи астрометрии и геодинамики. Автору удалось показать, что новые методы стохастического анализа (один из них – СКК), ранее трактовавшиеся вне связи с МНК, укладываются в некую обобщенную концепцию МНК и имеют с ним общее основание. Наиболее важные эффекты обобщения теории МНК – сближение математических алгоритмов с физикой изучаемых явлений, повышение точности и достоверности результатов обработки, их более глубокое понимание и правильная интерпретация с физической точки зрения.

В книге рассмотрены основные типы моделей данных измерений, встречающихся в астрометрии и космической геодезии, разработаны конкретные алгоритмы обработки данных в удобной матричной форме. Особое внимание уделено применению обобщенной теории МНК к анализу вращательного движения Земли и к обработке наблюдений РСДБ – тем самым областям, где автор ранее сделал важный вклад в науку.

Книга окажется полезной всем, кто в своей практической деятельности связан с обработкой и интерпретацией больших и разнообразных массивов экспериментальных данных. Она может быть использована и как учебное пособие для студентов и аспирантов – астрономов и геофизиков.

Космодром “Свободный”

ИСТОРИЯ РОЖДЕНИЯ

Впервые вопрос о необходимости создания и выборе места расположения нового российского космодрома был поставлен Военно-космическими силами перед руководством Министерства обороны России в конце 1992 г. Причиной обращения послужило то, что в результате распада СССР космодром “Байконур” оказался вне территории России. Реализация отечественных космических программ оказалась зависимой от другого государства. Такое положение приемлемо для гражданских космических систем, но в отношении военных космических систем оно исключено. Стратегическая значимость решаемых этими космическими системами задач требует гарантированного уровня их решения.

При оценке возможности перевода выполняемых космодромом “Байконур” задач на территорию России специалисты пришли к заключению о возможности переноса запу-

сков КА ракетами-носителями легкого и среднего классов на космодром “Плесецк”. Такая работа осуществляется в настоящее время.

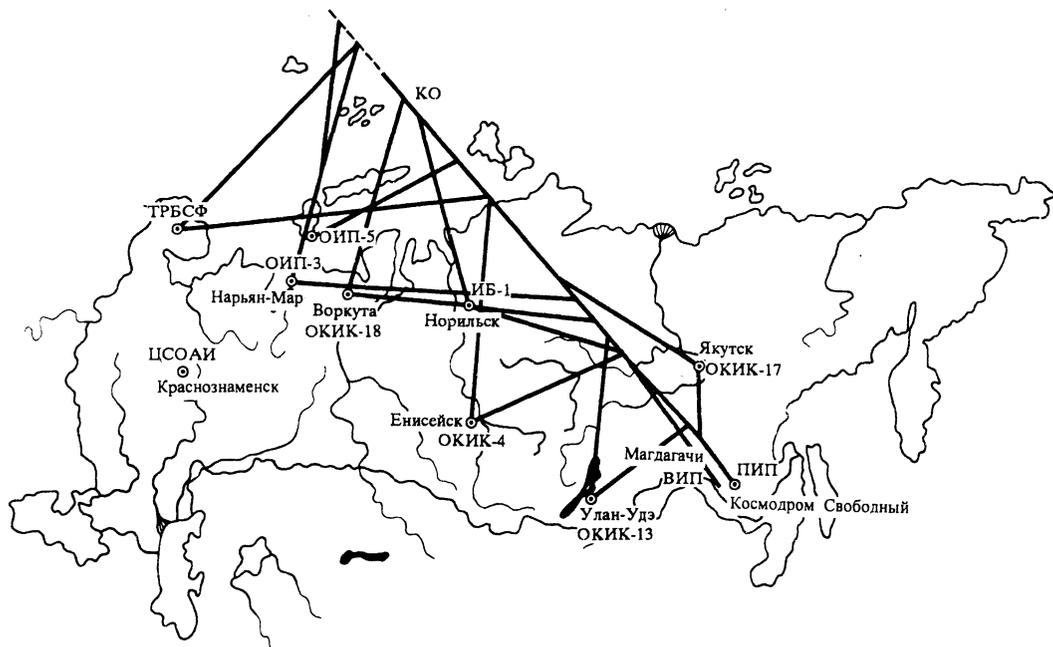
Особую остроту имеет вопрос запусков ракет-носителей тяжелого класса “Протон”. Стартовые комплексы для данных ракет имеются только на космодроме “Байконур”. Поиск возможности решения данной задачи с собственной территории и обусловил необходимость проведения в 1993 г. рекогносцировочных работ по выбору возможного места расположения нового стартового комплекса на территории России, что можно считать началом работ по новому космодрому.

РЕКОГНОСЦИРОВОЧНЫЕ РАБОТЫ

На основе доклада командующего ВКС генерал-полковника В.Л. Иванова, 1 февраля 1993 г. вышла директива Генерального штаба о проведении работ по выбору места расположения космодрома. Данной директивой была образована

рекогносцировочная комиссия под председательством начальника штаба ВКС генерал-лейтенанта С.Н. Ермака. В состав комиссии вошли представители Генерального штаба, РВСН, ВВС, ВМФ, Дальневосточного военного округа, Центрального проектного института Минобороны, а также Российского космического агентства и ведущих организаций по основным объектам инфраструктуры космодромов – конструкторских бюро Транспортного машиностроения, “Салют”, Общego машиностроения и “Мотор”.

Комиссией была проведена большая аналитическая работа, сделаны оценки всех вариантов решения задачи запуска космических ракет-носителей тяжелого класса с территории России, намечены возможные места размещения стартового комплекса и выработаны требования к нему и обеспечивающим объектам инфраструктуры. Центральным научно-исследовательским институтом ВКС проведена целевая



Место расположения космодрома "Свободный" и трасса первого запуска ракеты-носителя "Старт-1"

научно-исследовательская работа по разработке методики выбора и оценки вариантов размещения космодрома.

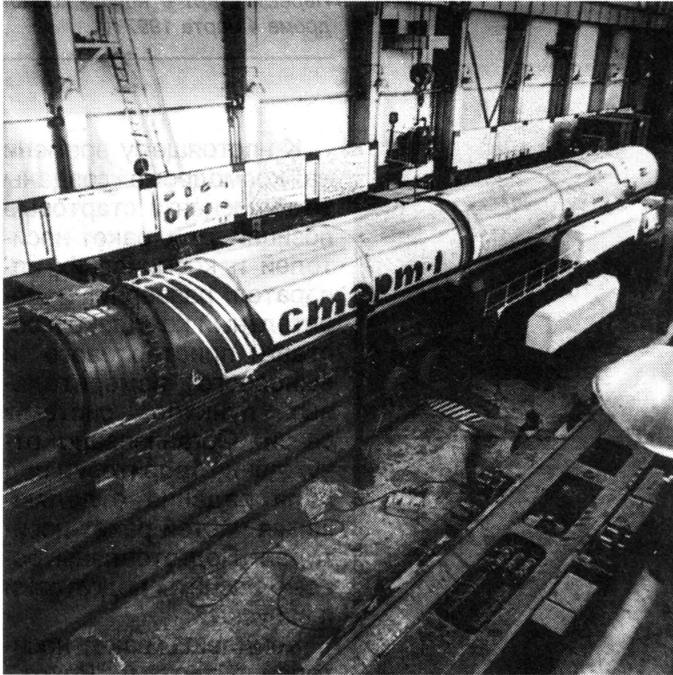
О сложности и масштабности проведенной работы можно судить на примере требований к возможному трассам запусков. Так, регион юга европейской части России (недалеко от полигона "Капустин Яр") имеет высокую освоенность, а трассы запусков на низкие наклонения проходят над территорией иностранного государства (Республики Казахстан), а на высокие – над крупными городами и промышленными центрами. Юг Сибири и Забайкалья представляют собой труднодоступную гористую местность и не обеспечивают возможности запусков на орбиты с низкими наклонениями, при этом

активные участки ракет-носителей проходили бы над территориями Монголии и Китая. К сожалению, не пригодной с географической точки зрения оказалась и южная часть Дальневосточного региона (около Владивостока и Уссурийска): это южнее космодрома "Байконур" на 2-3°, но азимуты возможных трасс запусков ограничиваются всего лишь 46-59°. При запусках на более высокие наклонения трассы (и районы падения отделяющихся частей ракет-носителей) будут проходить над территорией Китая, а на более низкие – над территорией Японии.

Расположенная севернее от данного района местность (горы Сихотэ-Алинь) практически недоступна и неосвоена. Условия, соответствующие размещению космодрома,

найжены недалеко от г. Советская Гавань – здесь обеспечиваются все наклонения запусков ракет-носителей, а районы падения их отделяющихся частей приходятся на акватории Тихого океана и Охотского моря, что не требует отчуждения территорий. Ближайшим к центральному районам России в западной части этой области на Транссибирской магистрали является район г. Свободный Амурской области, где также обеспечивается возможность запусков на все необходимые наклонения.

В итоге задача выбора места расположения кос-



Подготовка ракеты-носителя "Старт-1" в монтажно-испытательном корпусе

модрома была сведена к двум основным районам: г. Советская Гавань и г. Свободный. На заключительном этапе работы комиссии проведена окончательная оценка по критерию эффективность/стоимость, что позволило выбрать место расположения нового российского космодрома в районе г. Свободный Амурской области. Акт рекогносцировочной комиссии с таким выводом был утвержден начальником Генерального штаба.

СТАНОВЛЕНИЕ КОСМОДРОМА

В районе г. Свободный существовала инфраструктура сокращаемой ракетной дивизии, что стало одним из факторов, обусловивших выбор.

В соответствии с выводами рекогносцировочной комиссии директивой

Министра обороны Российской Федерации от 30 ноября 1993 г. объекты и часть войсковых частей и подразделений дивизии были переданы в состав Военно-космических сил, а на их базе образован Главный центр испытаний и применения космических средств.

Одновременно вопрос о необходимости развертывания работ по созданию космодрома внесли на рассмотрение в правительство России. По его заданию было проведено дополнительное оперативно-стратегическое и технико-экономическое обоснование космодрома. Дважды вопрос о его создании рассматривался в Государственной Думе. Развернулась широкая дискуссия в средствах массовой информации и среди населения Амурской области. Происшед-

шие изменения правовой и социальной сфер жизни обусловили необходимость большей открытости деятельности военных, общественного обсуждения вопроса, проработки влияния космодрома на экологию.

Вышедший 1 марта 1996 г. Указ Президента Российской Федерации о создании второго Государственного испытательного космодрома Министерства обороны Российской Федерации ("Свободный") закрепил принятие решения. Так закончился трехлетний период обоснований, космодром получил правовую основу. Это позволило включить работы по космодрому в Государственный оборонный заказ и Программу вооружения.

Перед Военно-космическими силами Указом Президента России были поставлены следующие задачи: обеспечить подготовку к пуску в 1996-97 гг. ракет-носителей легкого класса "Рокот" и "Старт"; разработать эскизный проект стартового комплекса ракет-носителей тяжелого класса "Ангара"; разработать и представить во втором квартале 1997 г. предложения по дальнейшему проведению работ на космодроме "Свободный".

Стартовый комплекс "Рокот", ранее базировавшийся на космодроме "Байконур", предполага-

Первый старт с нового космодрома 4 марта 1997 г.



К настоящему времени на космодроме созданы техническая и стартовые позиции для ракет-носителей и космических аппаратов, развернут измерительный комплекс в составе пристартового и выносного измерительных пунктов, системы связи. Организовано отчуждение территории под поля падения отделяющихся частей ракет-носителей. Подготовлены боевые расчеты подготовки и запуска.

Комплексы ракет-носителей "Старт" и "Рокот", других космических ракет-носителей представляют интерес как для военных, так и гражданских запусков. Комплекс "Старт" на внебюджетной основе создавался НТЦ "Комплекс". Планами его использования предусматривалось осуществить в конце 1996 г. запуск американского КА компании "Earth Watch", предназначенного для дистанционного зондирования Земли (старт ИСЗ состоялся в декабре 1997 г.).

Учитывая неподготовленность аппарата "Early Bird" ("ранняя пташка") было принято решение о первоочередном запуске КА "Зея", созданного по заказу Военно-космических сил, предназначенного для отработки новейших общих принципов контроля запусков космических ракет-носителей и управления спутниками на орбитах.

лось разместить на новом космодроме еще на первом этапе работ, так как для него имеется вся необходимая инфраструктура. РН "Рокот", созданная на базе МБР РС-18 (SS-19), аналогична ранее размещавшимся в данном районе МБР.

Однако сложная экономическая обстановка и недостаточное финансирование Вооруженных Сил замедлили темпы работ по комплексу "Рокот",

сорвали планы завершения работ в 1997 г.

Более оперативно удалось осуществить проект с размещением на космодроме комплекса ракет-носителей семейства "Старт". Этому способствовали отсутствие необходимости капитального строительства и плодотворное сотрудничество с НТЦ "Комплекс" Государственного предприятия "Московский институт теплотехники".



Боевой расчет космических частей РВСН перед пусковым комплексом "Тополь" с ракетой-носителем "Старт"

ЗНАЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМОДРОМА

Первый запуск с нового российского космодрома увенчался успехом. 4 марта 1997 г. космический аппарат "Зенит" выведен на расчетную орбиту, с ним ведется работа. Рождение космодрома состоялось. Большая заслуга в этом специалистов космодрома, Государственного предприятия "Московский институт теплотехники" и НТЦ "Комплекс" (разработчики и координаторы создания комплекса ракеты-носителя), НПО прикладной механики (разработчик КА "Зенит"), РНИИ космического приборостроения (создавал измерительный комплекс космодрома), их смежников, инструментальной группы Государственного испытательного полигона МО России ("Плесецк", Архангельская обл.). Все они входили в совместный боевой расчет, осуществивший подготовку и запуск.

Космодром родился при участии и содействии еще многих органи-

заций, ведомств и отдельных людей. Нельзя не отметить тот факт, что руководство Амурской области и ее жители, которым удалось присутствовать на первом запуске, радовались вместе с военными и гостями космодрома его рождению.

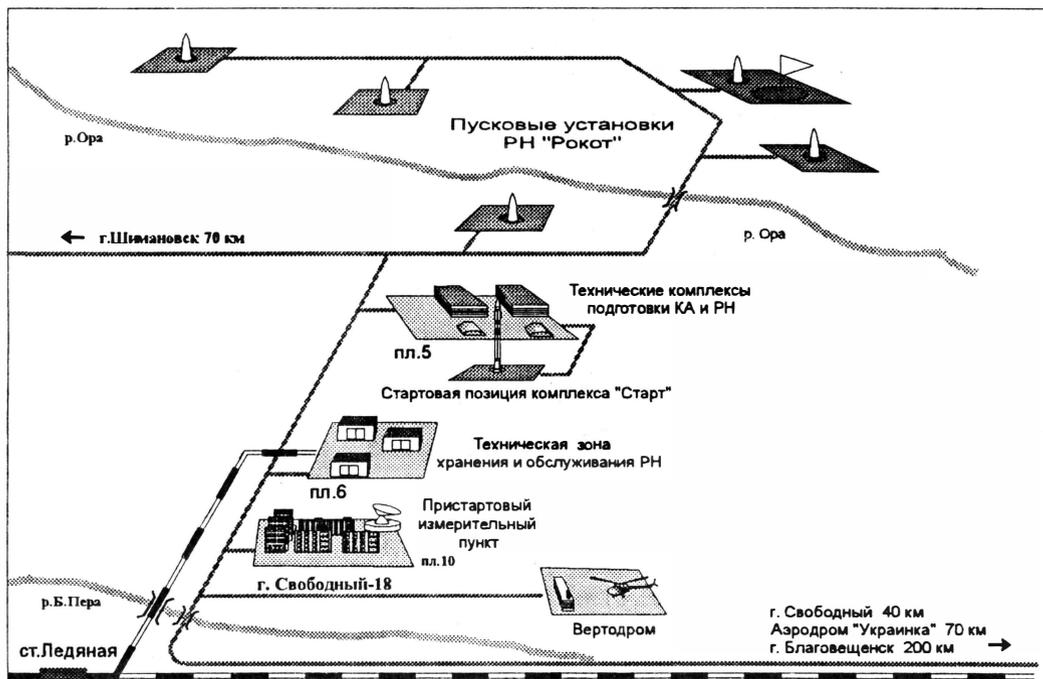
Много внимания уделял рождению космодрома бывший в то время Секретарем Совета Обороны Российской Федерации Ю.М. Батурин, присутствовавший на первом запуске. Большой вклад внес в становление космодрома "Свободный" первый командующий ВКС генерал-полковник В.Л. Иванов.

Первым начальником космодрома назначен генерал-майор А.Н. Виндиктов. Бывший командир расформированной ракетной дивизии РВСН не покинул свой объект, а перешел на службу в ВКС. Его организаторские способности, знание обстановки и людей во многом послужили основой успеха.

Значение первого запуска с космодрома "Свободный" велико: родился первый российский космодром (космодром "Плесецк" построен во времена Советского Союза). Он создан в крайне непростых условиях и фактом рождения убедительно свидетельствует о стремлении и способности нашей страны к развитию.

Предстоит сделать еще очень многое, чтобы новый космодром стал таким, как его планировали. Он нужен российской космонавтике, нужен стране. С его созданием будет обеспечена независимость России в области космической деятельности, создана устойчивая и эффективная космическая инфраструктура в составе двух разнесенных космодромов.

Одним из основных факторов, определяющих целесообразность создания космодрома "Свободный" и выбор места дислокации, явилось его широтное расположение. Этот фактор важен для вывода КА на геостационарные орбиты, ведь потери массы полезного груза при использовании космодрома "Плесецк" равнялись бы 22-25% по сравнению с тем, что может обеспечить "Свободный". Это имеет большое



Расположение основных объектов космодрома "Свободный"

значение – с экономической точки зрения выигрыш составит миллионы долларов (средняя цена на мировом космическом рынке за один кг выводимого груза на стационарную орбиту оценивается в 30 тыс. долл.). При прогнозируемой интенсивности пусков годовой эффект может достигнуть 250-300 млн долл.

Для завершения работ по первому этапу создания нового космодрома (развертывания комплекса "Рокот") необходимо около 80 млн руб. в текущих ценах. Это составляет приблизительно 15% от годовой арендной платы России за использование космодрома "Байконур" или стоимость двух запусков ракетой-носителем "Старт-1". Очевидно, что приобретаемый от создания космодрома (даже на первом этапе) по-

ложительный международный, политический и военный эффект несоизмеримо выше.

В настоящее время по модернизации стартового комплекса ракеты-носителя "Рокот" имеются реальные шансы ускорения работ путем объединения усилий Ракетных войск стратегического назначения РКА, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева и НПО Машиностроения. При реализации такого подхода в выигрыше останется каждая из заинтересованных сторон.

Стоимость строительства космодрома на втором этапе оценивается дорого (сроки создания – около 10 лет), но опять же соизмеримо с затратами на аренду "Байконура", составляющими за 20 лет эксплуатации в текущих ценах 13 трлн. руб. Важно также отметить, что ос-

новные фонды космодрома "Байконур", включая стартовые комплексы тяжелой ракеты-носителя "Протон", крайне изношены (более 30 лет функционирования) и требуют больших затрат на восстановление. Кроме того, России необходимо выплачивать казахстанским организациям ежегодно десятки миллионов рублей за использование электроэнергии, воды и другие услуги. Очевидно, что эффективнее и целесообразнее вкладывать средства в создание, развитие и использование космической инфраструктуры на своей территории.

Другим важным фактором создания космодро-

ма “Свободный” может стать непосредственной связью с общим развитием дальневосточного региона России, позволив повысить занятость его населения, задействовав промышленные и строительные предприятия, развить транспортные и энергетические сети. Расширятся масштабы использования в интересах региона космических систем связи, телевидения, навигации, исследования природных ресурсов, экологического контроля и других.

Неизбежно расширение международного сотрудничества в области космоса, в том числе за счет развития взаимодей-

ствия со странами юго-восточной Азии, осознавшими свои интересы в космосе, но не имеющими технической возможности их реализовать. Космодром “Свободный” будет способствовать предоставлению таких услуг.

Техническую основу предложений по развертыванию работ на космодроме составят результаты проведенного эскизного проектирования. Согласовываются с другими федеральными органами власти и администрацией Амурской области предложения о включении в программу создания космодрома вопросов социально-экономического характера.

Вместе с тем, уже сегодня очевидна необходимость проработки организационной стороны проблемы создания космодрома второго этапа (со стартовым комплексом ракеты-носителя тяжелого класса “Ангара”). Ввиду масштабы и комплексного характера проблемы для ее решения требуется программно-целевое планирование на уровне Правительства Российской Федерации, учитывающее интересы всех заинтересованных сторон, а также политические, военные, социально-экономические и другие факторы.

С.Н. БЫКОВ

Информация

Будущие космодромы в Австралии

В ближайшее время на территории Австралии начнется строительство двух космодромов. Компания “Asia-Pacific Space Centre” (“APSC”, Брисбен) выбрала для строительства место на тропическом севере страны – мыс Кейп-Йорк (штат Квинсленд). Фирма “Space Transportation Systems” – район около Дарвина (Северная Территория).

На обоих космодромах предполагается запускать российские ракеты-носители: на мысе Кейп-Йорк – типа “Протон-М”, а под Дарвином – “Союз”.

Компания “APSC” – консорциум различных австралийских, американских и южнокорейских предприятий, возглавляемых подданным Австралии Д. Квоном, заявившим о начале запусков в конце 1999 г. Этот космодром будет осуществлять до трех запусков в неделю, тогда как космодром Куру в Гвиане (Южная Америка), принадлежащий Европейскому космическому агентству – лишь один раз в месяц.

В размещении новых спутников на низких околоземных орби-

тах заинтересованы фирмы, создающие свои глобальные сети мобильных телефонов. Предпочтительность Австралии как места запусков КА заключается в близости стартового комплекса к экватору: оба новых космодрома лежат от него не более чем в 15°. Это позволяет запускать более тяжелые ИСЗ соответствующим типом ракеты-носителя. Например, РН “Протон”, стартующая в Австралии, может доставить на низкую орбиту КА массой 20 т, что на 1 т больше, чем при запуске с Байконура.

New Scientist, 1997, 155, 2093

К.Э. Циолковский и русская национальная идея

Л.В. ЛЕСКОВ,
доктор физико-математических наук

В 1996 г. президент Российской Федерации Б.Н. Ельцин поставил идеологическую задачу – разработать концепцию национальной идеи России. До сих пор эта задача остается нерешенной. Более того, идут споры о том, нужна ли нам вообще национальная идея. Между тем время от времени предлагаются различные варианты концепции или принципиальные подхо-

ды к формулированию ее главных компонентов известными политиками и учеными, философами и писателями. Например, наш постоянный автор, профессор Л.В. Лесков выдвинул основные постулаты национальной идеи – экономическая свобода, сильная социальная политика, высокая политическая культура, образованное общество, примат перспективных научных направ-

лений и высоких технологий. По мнению Леонида Васильевича, анализ и творческое переосмысление наследия таких великих русских мыслителей, как К.Э. Циолковский, может способствовать успеху поиска национальной идеи. На основе ее концепции можно дальше формировать общественное сознание в позитивном направлении.

Современное положение нашей страны академик Н.Н. Моисеев оценил так: “Россия сейчас находится в состоянии, близком к агонии, и невольно возникает вопрос, а возможно ли остановить этот процесс ее деградации?” Чтобы этого не произошло, необходима стратегия действий, ориентированная на дальнюю перспективу.

Одной из самых значительных потерь, понесенных Россией за годы хаотических и плохо продуманных преобразований, стала утрата эволюционного стержня – государственной доктрины, или национальной идеи. Страна оказалась в идеологическом вакууме, и трудно чем-либо заменить отсутствующую стратегическую концеп-

цию развития России. Тем более – переход к устойчивому, регулируемому будущему. Разработка такой концепции – наиболее приоритетная задача, и от ее решения зависит наша судьба.

Одно из перспективных направлений поиска подходов к решению задачи несомненно состоит в анализе и творческом переосмыслении бога-



К.Э.Циолковский в своем кабинете (г. Калуга)

тин Эдуардович Циолковский был человеком, жившим намного впереди своего века, как и должно жить истинному и большому ученому”.

Воспользуемся мудрым советом академика Королёва и посмотрим, какие идеи Циолковского могут помочь разобраться в сложном и противоречивом клубке проблем и найти наиболее верные пути в будущее с устойчивым развитием.

Предпринятые попытки выдать за российскую национальную идею концепцию возвращения России в “европейский дом” закончились фактической капитуляцией перед Западом. Сложившаяся западная экономика позволяет принять Россию в свою хозяйственную систему лишь в качестве ресурсно-сырьевого придатка. На наших глазах ситуация в отечественной экономике приобретает черты “внутреннего колониализма”. В качестве основы “туземных” целевых и ценностных установок нам навязывают модель личного успеха, достигаемого любыми методами. Вряд ли это есть наша национальная идея!

Историческое уныние и тотальное безверие, становящиеся сейчас нормой общественного самосознания, ведут нас к варварству, в новое Средневековье – о его наступлении предупреждал еще Н.А. Бердяев.

того интеллектуального наследия великих русских мыслителей. Но можем ли мы из него почерпнуть нечто полезное для этого? К.Э. Циолковский получил заслуженное признание как основоположник космонавтики. Нельзя забывать, что Константин Эдуардович – автор не только известных работ по техническим вопросам. Ему принадлежит не менее ста книг, брошюр и статей, охватывающих проблемы в области мировоззрения, философии, этики, социологии и футурологии. Из-за противодействия идеологической цензуры публи-

кация большинства этих работ в советское время оказалась невозможной, и лишь в последние годы некоторые удалось издать.

Одна из самых провидческих оценок творчества К.Э. Циолковского принадлежит С.П. Королёву. “Говорят, что время неумолимо стирает образы прошлого, – писал он в сентябре 1947 г., – но идеи и труды К.Э. Циолковского будут привлекать к себе внимание по мере создания новой отрасли техники, которая создается сейчас на основе его трудов буквально на наших глазах. Констан-



Между тем, русская философская и культурная традиция, в русле которой немаловажное место занимает творческое наследие К.Э. Циолковского, может стать основой для воссоздания духовной самобытности России и ее национального возрождения. В русском натурфилософском космизме преобладает ощущение собственной самопричастности каждого человека живому Космосу. Феномен космизма, справедливо отмечает В.В. Казютинский, имеет сложную многоуровневую структуру. Пренебрежение к ней привело к формированию взгляда на космос как на пустое про-

странство, заполненное "космыми телами", где человек вправе делать все, что ему вздумается. Такие взгляды послужили идейной основой современной экологической безответственности. **Первый мировоззренческий урок**, который дает нам К.Э. Циолковский, состоит в возрождении традиции, **нравственно** обязывающей **преклоняться перед живым Космосом**. Этот завет ученого резко контрастирует с экологическим экстремизмом его космических программ. В наше время стало модным критиковать веру в исторический прогресс,

Изданные в разные годы труды К.Э. Циолковского

утверждая, что власть, выступающая от имени Будущего, нетерпима к настоящему. Современные постмодернисты забывают об исторической осмысленности человеческого существования. Гегель видел смысл жизни в том, что люди вплетены в процесс возвращения духа к самому себе. Маркс утверждал, что этот смысл раскрывается в историческом процессе развития материального производства. Заслуга Циолковского состоит в том,

что он раскрыл еще один пласт самообразующей реальности – органическую встроенность человека в единый эволюционный космический процесс.

Второй важный для нас **урок** К.Э. Циолковского также непосредственно связан с его космической философией – **синкретизмом** (*synkretismos* – соединение). Речь идет об ощущении целостности бытия при всей его внутренней противоречивости, о вселенском единстве эволюционного процесса. Именно исторический жизненный порыв противостоит распаду, сообщает объединительный смысл целостному российскому суперэтосу, открывает перед ним историческую перспективу. Альтернативой такому социальному синкретизму может стать война всех против всех.

Третий урок К.Э. Циолковского находится в русле русской философской традиции – это **этико-центризм**. Его неопубликованная работа “Этика, или естественные основы нравственности” посвящена данному вопросу. Над научным обоснованием этических принципов ученый трудился долгие годы: первые попытки относятся к 1902–03 гг., последняя работа – “Космическая философия” завершена в мае 1935 г. (всего за несколько месяцев до кончины). Именно национальная традиция, а не надежда на внешние силы способна послужить точкой опоры, позволяющей совершить пово-

рот к возрождению страны. Но в какой степени разработанная Циолковским программа исследования и освоения космического пространства соответствует концепции глобального устойчивого развития мирового сообщества?

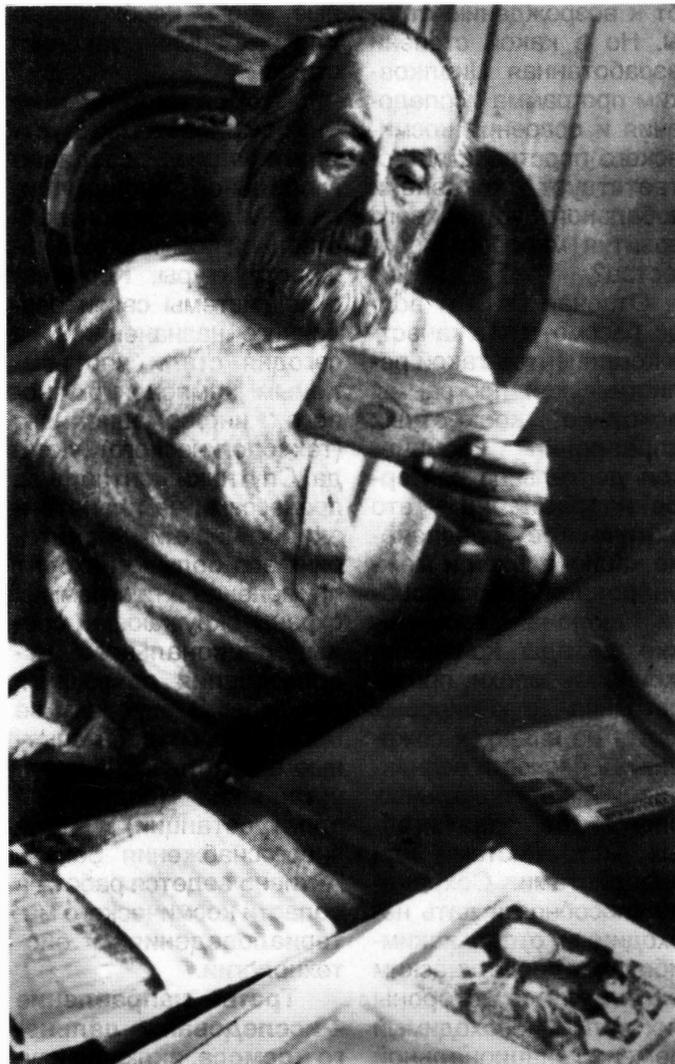
Отвечая на этот вопрос, рассмотрим в качестве компонентов такой реалистической программы несколько конкретных направлений космической деятельности. **Первое направление** – это **техническое** обеспечение национальной и международной безопасности, включая космические методы контроля. Окончание эпохи противостояния двух мировых систем не сняло, к сожалению, опасности возникновения региональных конфликтов, разжигаемых экстремистами или террористами. Сохранение способности дать необходимый отпор каким-либо авантюристическим действиям со стороны этих сил – необходимый элемент национальной безопасности. А это предполагает, в частности, поддержание на достаточном уровне стратегических космических вооружений. Наблюдение из космоса за регионами потенциально опасных конфликтов и работа информационных комплексов (спутниковые связные системы) позволяют быстро реагировать на возникшие проблемы и контролировать ситуацию. С их помощью мировое сообщество может принимать эффективные оператив-

ные меры, необходимые для сохранения законности.

Второе направление – космическая индустриализация, создание глобальной информационной и энерго-производственной космической инфраструктуры. Космические системы связи различного назначения уже сегодня стали неотъемлемым компонентом нового информационного (технологического) уклада. Спутники контроля за процессами на планете и экологический мониторинг все больше находят применение в программах охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов. В перспективе могут быть созданы опытные орбитальные энергоустановки (солнечные электростанции) для энергоснабжения Земли. Активно ведется работа в области космического материаловедения и биотехнологии.

Третье направление – исследование дальнего космоса, включая изучение Солнечной системы, структуры и процессов во Вселенной. Развитие фундаментальной науки всегда играло роль фактора, содействующего стабилизации эволюционных общественных процессов.

Четвертое направление – конверсия космической и военной промышленности в других сферах хозяйственной деятельности. Космическая отрасль – один из лидеров научно-технического прогресса. Приме-



К.Э. Циолковский разбирает присланную корреспонденцию. 1935 г.

Именно о таком будущем для своей страны мечтал К.Э. Циолковский. В рукописи “Космические путешествия”, над которой он работал в последние годы жизни, Циолковский писал, что в развертывании космической деятельности активное участие примет вся наша страна, а вместе с ней и другие государства.

В творчестве Циолковского есть одна особенность, которая, как правило, вызывает скептическую реакцию специалистов. Это – ярко выраженный утопизм многих его космических программ. Утопическое мышление обычно критикуют за крайнюю жесткость предлагаемых проектов, полное неумение определить их негативные последствия и цену, которую придется заплатить за их реализацию. Тем не менее, в утопизме следует видеть не только негативные стороны. Утопизм – превосходная тренировка воображения, без которой не может обойтись ни одно подлинно новаторское научное исследование. Циолковский писал: “Сначала неизменно идут мысль, фантазия, сказка. За ними шествует научный расчет. И уже в конце концов исполнение венчает мысль”. Эта особенность научного стиля Циолковского придала некоторым его сочинениям черты своеобразной

нение новых материалов, технологий, приборов и оборудования, разработанных в рамках космических программ, в других отраслях, начиная уже с этапа проектных исследований, приносит высокий экономический эффект.

Россия обладает крупнейшим в мире космическим научно-производственным потенциалом. Если он не будет окончательно утрачен в

результате постоянного свертывания финансирования, то наша страна получит реальную возможность войти в мировое рыночное хозяйство не в качестве сырьевого придатка развитых держав, а как равноправный партнер, владеющий высокими наукоемкими технологиями. Только такая стратегия обеспечивает устойчивое развитие России. И противопоставить ей нечего.

энциклопедии научной фантастики на космические темы. Любопытное подтверждение тому – недавнее сочинение американского автора М. Сэвиджа, посвященное космической утопии освоения человечеством всей Галактики, а затем и Вселенной в целом, где повторяются основные идеи основоположника космонавтики.

Но утопические проекты – это не только мечта и тренировка фантазии. Они могут сыграть полезную роль априорно предостережения от типичных эволюционных сценариях. Особенности методологии прогностики Циолковского подтверждают эту мысль. Его прогнозы выстроены в духе классического миропредставления с верой в существование абсолютно достоверных истин, с четким разграничением живого духа и косной материи. Недостатки классической методологии прогностики предопределили утопизм некоторых работ ученого. Важно понять, удалось ли нам усвоить уроки антиутопизма, которые можно извлечь из трудов К.Э. Циолковского. Практика показывает, что не всегда. Вот только один пример – монография “Экологиче-

ские проблемы” (1997 г.). Чтобы избежать почти неминуемого глобального экологического коллапса, уважаемые авторы-академики считают необходимым сократить численность населения Земли в 600 раз и остановить научно-технический прогресс, оставив для тренировки умов пытливого части человечества лишь занятия чистой математикой и спортивные игры. Читая подобное, начинаешь понимать, что уроки антикосмизма и преодоления утопического мышления кое для кого так и не пошли впрок...

Творчеству К.Э. Циолковского, как и каждого крупного ученого, нельзя дать однозначной оценки. У него были великие достижения, но были и просчеты, и ошибочные суждения. Важно научиться извлекать полезные уроки как из одного, так и из другого. Но независимо от этого, серьезной заслугой стала сама постановка проблем, играющих роль творческого стимула для продолжения научных исследований.

Оценивая направление мыслей К.Э. Циолковского и современных ему отечественных мыслителей о будущем России и человечества, хочется процитировать малоизвестное высказывание одного из космистов – Н.Ф. Федорова. Обращаясь к своему корреспонденту, он писал: “Час не настанет, время не приблизится, если мы останемся в бездействии. Слепая сила могуча, пока не пробудилась разумная. Предсказывать можно лишь злое, как следствие безверия и слепоты, как побуждение к действию и знанию. Доброе можно лишь **делать**. Доброе и благое можно **не предсказывать**, а лишь **преддуказывать**, направлять в одно сознательное действие”. Эта мысль философа (который, по признанию самого Циолковского, оказал, возможно, наиболее значительное влияние на формирование его мировоззрения) также отразилась в творчестве основоположника космонавтики.

Нельзя не упомянуть еще одну особенность творческого стиля ученого – его неизменный оптимизм, твердую уверенность в исторической неодолимости эволюционного прогресса. Этому умонстроению, присущему К.Э. Циолковскому, неплохо бы поучиться и нам в переживаемую сейчас эпоху, полную драматических противоречий.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ сентябрь-октябрь 1998 г.

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СОЛНЦЕ–ЗЕМЛЯ:

23 сентября 5^ч37,2^м – осеннее равноденствие

ФАЗЫ ЛУНЫ

Новолуние	Первая четверть	Полнолуние	Последняя четверть
–	–	Сентябрь 6, 11 ^ч 21 ^м	Сентябрь 13, 1 ^ч 58 ^м
Сентябрь 20, 17 ^ч 01 ^м	Сентябрь 28, 21 ^ч 11 ^м	Октябрь 05, 20 ^ч 12 ^м	Октябрь 12, 11 ^ч 11 ^м
Октябрь 20, 10 ^ч 09 ^м	Октябрь 28, 11 ^ч 26 ^м	–	–

ПЕРИГЕЙ И АПОГЕЙ ЛУНЫ И РАССТОЯНИЯ ДО ЛУНЫ

Перигей	Апогей	Перигей	Апогей
Сентябрь 8, 6 ^ч 361374 км	Сентябрь 23, 22 ^ч 406169 км	Октябрь 6, 13 ^ч 357663 км	Октябрь 21, 5 ^ч 406669 км

СОСТОИТСЯ ЧАСТНОЕ ПОЛУТЕНЕВОЕ ЛУНОЕ ЗАТМЕНИЕ 6 СЕНТЯБРЯ 1998 г.

Начало затмения видимо в Северной Америке, в Южной Америке (за исключением востока материка), на большей части Антарктиды, в Австралии (кроме запада), в Новой Зеландии, на о. Новая Гвинея, в северо-восточной части Азии, в Тихом океане и в небольшой части Северного Ледовитого океана. Конец затмения виден на большей части Азии (кроме запада и юго-запада), на западном побережье Северной Америки, на большей части Антарктиды, в Австралии, Новой Зеландии, частично в Северном Ледовитом океане, в Тихом океане и в восточной половине Индийского океана.

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ЗАТМЕНИЯ:

Вступление Луны в полутень 9^ч14,2^м
 Момент наибольшей фазы 11^ч10,1^м
 Выход Луны из полутени 13^ч06,1^м
 Величина наибольшей фазы затмения 0,837

ПЛАНЕТНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ

Меркурий: Верхнее соединение 25 сентября, 19^ч48^м
 24 сентября, 23^ч24^м – наименьшая звездная величина –1,6
 Венера: 30 октября, 4^ч24^м – верхнее соединение
 30 октября, 9^ч25^м – наименьшая звездная величина – 3,9
 Юпитер: 15 сентября 17^ч01^м – наименьшее геоцентрическое расстояние 592,8 млн км
 16 сентября 1^ч55^м – наименьшая звездная величина –2,9
 16 сентября 3^ч02^м – противостояние
 Сатурн: 23 октября 17^ч06^м – наименьшее геоцентрическое расстояние 1241 млн км
 23 октября 18^ч49^м – противостояние
 24 октября 19^ч09^м – наименьшая звездная величина –0,2
 Уран: 18 октября 22^ч28^м – стояние
 Нептун: 11 октября 8^ч49^м – стояние

СОЕДИНЕНИЯ ПЛАНЕТ С ЛУНОЙ

3 сентября 9^ч50^м Нептун 2S
 4 сентября 3^ч25^м Уран 3S
 7 сентября 4^ч10^м Юпитер 1N
 9 сентября 18^ч10^м Сатурн 2S
 17 сентября 12^ч30^м Марс 2N
 26 сентября 12^ч50^м Плутон 7N
 30 сентября 18^ч40^м Нептун 2S
 1 октября 12^ч10^м Уран 3S
 4 октября 9^ч30^м Юпитер 0,2N
 7 октября 1^ч20^м Сатурн 2N
 16 октября 3^ч30^м Марс 1N
 21 октября 18^ч30^м Меркурий 7S
 23 октября 20^ч30^м Плутон 7N
 28 октября 2^ч36^м Нептун 2S
 28 октября 20^ч18^м Уран 2S
 31 октября 16^ч20^м Юпитер 0,2N

СОЕДИНЕНИЯ ПЛАНЕТ МЕЖДУ СОБОЙ

11 сентября 0^ч5^м Меркурий 0,4N с Венерой

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	
Меркурий					
Сентябрь	1	9 ^h 29 ^m 24 ^s	+14 41'	7,0"	-0,4 ^m
	11	10 28 19	11 17	5,5	-1,2
	21	11 37 56	4 16	4,9	-1,5
Октябрь	1	12 42 56	-3 34	4,8	-1,1
	11	13 43 18	-10 50	4,8	-0,6
	21	14 41 31	-17 2	5,1	-0,3
	31	15 38 33	-21 46	5,6	-0,2
Венера					
Сентябрь	1	9 41 00	14 58	10,2	-3,9
	11	10 28 52	10 54	10,5	-3,9
	21	11 15 30	6 19	9,9	-3,9
Октябрь	1	12 01 23	1 25	9,8	-3,9
	11	12 47 08	-3 35	9,8	-3,9
	21	13 33 26	-8 30	9,7	-3,9
	31	14 20 56	-13 05	9,7	-3,9
Марс					
Сентябрь	1	8 38 55	19 33	3,9	1,7
	11	9 04 46	17 54	4,0	1,7
	21	9 29 53	16 04	4,1	1,7
Октябрь	1	9 54 16	14 06	4,2	1,7
	11	10 17 57	12 02	4,3	1,7
	21	10 41 00	9 52	4,4	1,6
	31	11 03 27	7 40	4,6	1,6
Юпитер					
Сентябрь	1	23 44 18	-3 22	49,4	-2,9
	11	23 39 38	-3 54	49,7	-2,9
	21	23 34 46	-4 26	49,7	-2,9
Октябрь	1	23 30 02	-4 56	49,3	-2,9
	11	23 25 49	-5 22	48,5	-2,8
	21	23 22 24	-5 42	47,5	-2,8
	31	23 20 02	-5 55	46,2	-2,7
Сатурн					
Сентябрь	1	2 08 27	+ 10 10	19,2	0,0
	11	2 07 08	10 00	19,4	0,0
	21	2 05 15	9 48	19,7	-0,1
Октябрь	1	2 02 52	9 34	19,9	-0,1
	11	2 00 08	9 18	20,0	-0,2
	21	1 57 09	9 02	20,0	-0,2
	31	1 54 08	8 45	20,0	-0,2
Уран					
Сентябрь	1	20 49 22	-18 28	3,7	5,7
	11	20 48 06	-18 33	3,7	5,7
	21	20 47 04	-18 37	3,7	5,7
Октябрь	1	20 46 19	-18 40	3,6	5,7
	11	20 45 53	-18 41	3,6	5,8
	21	20 45 46	-18 41	3,6	5,8
	31	20 46 00	-18 40	3,6	5,8
Нептун					
Сентябрь	1	20 07 43	-19 51	2,3	7,9
	11	20 06 59	-19 54	2,3	7,9
	21	20 06 25	-19 56	2,3	7,9
Октябрь	1	20 06 05	-19 57	2,3	7,9
	11	20 05 57	-19 57	2,3	7,9
	21	20 06 03	-19 57	2,3	7,9
	31	20 06 23	-19 57	2,3	7,9

УСЛОВИЯ ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ

МЕРКУРИЙ: Виден только в начале сентября в утренние часы.

ВЕНЕРА: Утренняя видимость только до конца сентября.

МАРС: Утренняя видимость в течение сентября-октября. В сентябре переходит из созвездия Ясли в созвездие Льва.

ЮПИТЕР: Виден практически на протяжении всей ночи. Наступает период максимальной яркости.

САТУРН: Виден практически всю ночь. Период максимальной яркости совпадает с периодом максимального раскрытия колец.

УРАН, НЕПТУН, ПЛУТОН: Видны вечером в южной части неба.

Примечание: Координаты даны для геоцентра для 0 часов по UT1.

Восход Солнца и планет на широте 56°

Дата		Солнце	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Сентябрь	1	5 ^h 04 ^m	3 ^h 25 ^m	1 ^h 48 ^m	19 ^h 21 ^m	20 ^h 23 ^m	18 ^h 00 ^m	17 ^h 29 ^m
	11	5 23	4 01	1 47	18 40	19 44	17 20	16 50
	21	5 43	4 37	1 46	17 55	19 04	16 41	16 10
Октябрь	1	6 02	5 13	1 45	17 14	18 24	16 01	15 31
	11	6 22	5 50	1 43	16 33	17 43	15 21	14 51
	21	6 43	6 26	1 41	15 53	16 59	14 42	14 12
	31	7 04	7 04	1 38	15 12	16 15	14 03	13 33

Восход Солнца и планет на широте 50°

Дата		Солнце	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Сентябрь	1	5 ^h 15 ^m	3 ^h 45 ^m	2 ^h 16 ^m	19 ^h 18 ^m	20 ^h 36 ^m	17 ^h 36 ^m	17 ^h 03 ^m
	11	5 29	4 15	2 12	18 36	19 56	16 56	16 23
	21	5 44	4 45	2 08	17 50	19 16	16 16	15 43
Октябрь	1	6 00	5 15	2 03	17 09	18 36	15 36	15 04
	11	6 15	5 46	1 59	16 27	17 55	15 57	14 24
	21	4 31	6 16	1 53	15 46	17 14	18 46	13 45
	31	4 48	6 48	1 47	15 06	16 26	18 07	13 06

Примечание: В таблицах указано время восхода для нулевого меридиана на высоте 0 метров над уровнем моря.

АСТЕРОИДЫ

Дата		Прям. восх.	Склонение	Геоц. раст.	Гелиоц. раст.	Блеск
№ 2 Паллада						
Сентябрь	6	23 ^h 42,1 ^m	-0°13'	2,11	3,10	8,6 ^m
	22	23 30,2	-3 57	2,07	3,07	8,4
Октябрь	16	23 14,8	-9 07	2,16	3,02	8,9
№ 20 Массалия						
Сентябрь	22	02 ^h 25,7 ^m	14°31'	1,43	2,20	9,9 ^m
Октябрь	16	02 11,0	13 09	1,27	2,26	9,2
№ 15 Евномия						
Сентябрь	6	02 ^h 58,1 ^m	33°43'	1,58	2,15	9,0 ^m
Октябрь	22	03 05,4	35 50	1,43	2,15	8,7
	16	2 59,6	37 25	1,26	2,15	8,2
№ 1036 Ганимед						
Сентябрь	22	03 ^h 50,1 ^m	42°43'	0,5	1,28	10,0 ^m
Октябрь	16	04 04,4	21 50	0,46	1,38	9,5

КОМЕТЫ

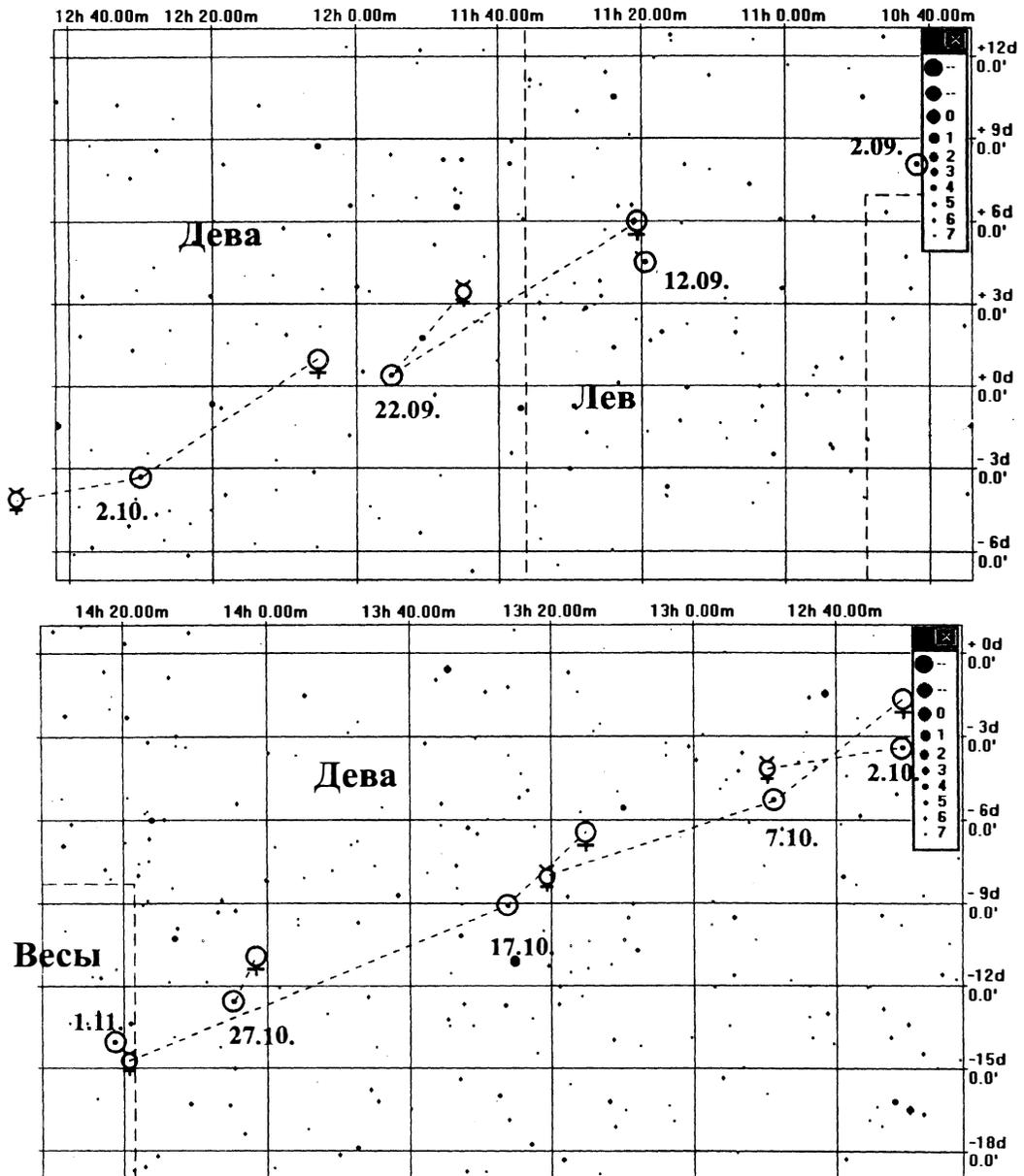
Среди комет ярче 15^m на северном небе будут наблюдаться три короткопериодические нумерованные кометы: Клемолы, Джакобини-Циннера и Питерса-Хартли.

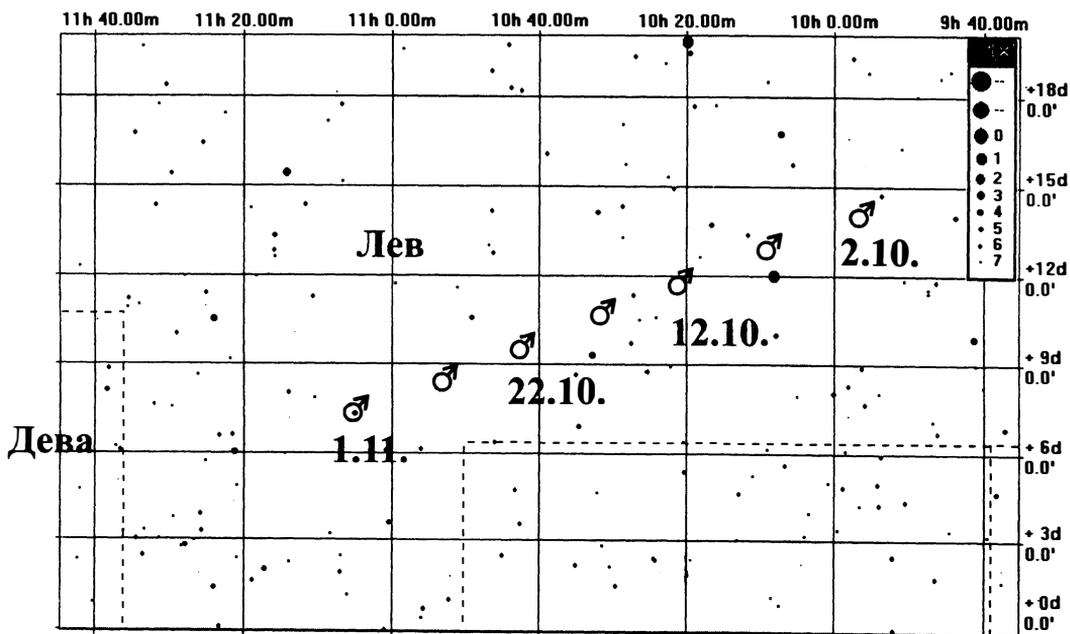
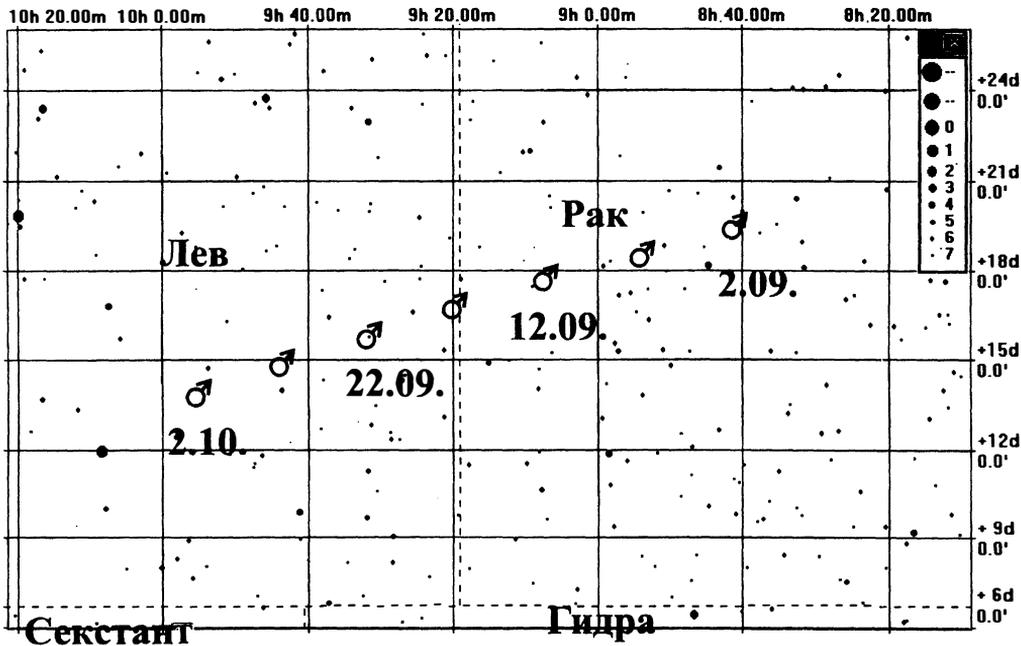
Дата		Альфа	Дельта	Геоцентрическое расстояние в а.е.	Гелиоцентрическое расстояние в а.е.	Звездная величина
Комета Клемолы (P = 11 лет, e = 0,64, i = 10,6°)						
Сентябрь	9	3 ^h 42 ^m ,49	10°54',7	1,63	2,19	14,5
	29	3 47,63	8 41,6	1,549	2,307	14,6
Октябрь	14	3 43,2	6 44,5	1,522	2,367	17,7
Комета Джакобини-Циннера (P = 6,6 лет, e = 0,71, i = 31,9°)						
Сентябрь	9	16 ^h 40 ^m 25	17°12,6'	1,18	1,434	11,7
	29	17 16,27	10 34,8	1,091	1,27	10,7
Октябрь	14	17 55,38	4 39,6	1,038	1,197	10,3
Комета Питерса-Хартли (P = 8,12 лет, e = 0,61, i = 29,9°)						
Сентябрь	9	14 ^h 45 ^m ,93	-18°06,99	1,937	1,651	14,8
	24	15 30,60	-17 24,3	2,069	1,685	15,1

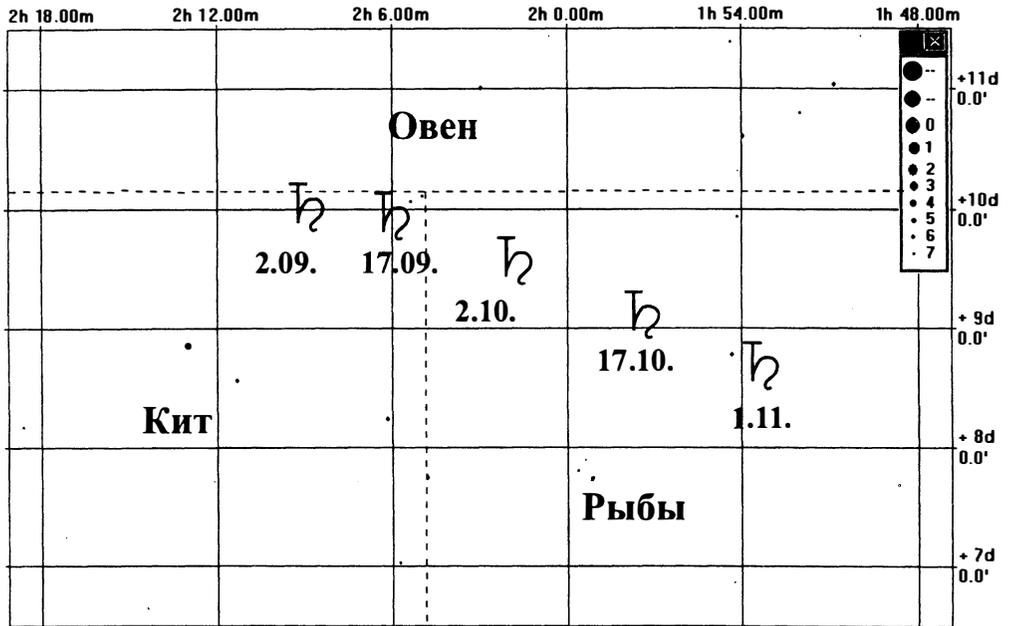
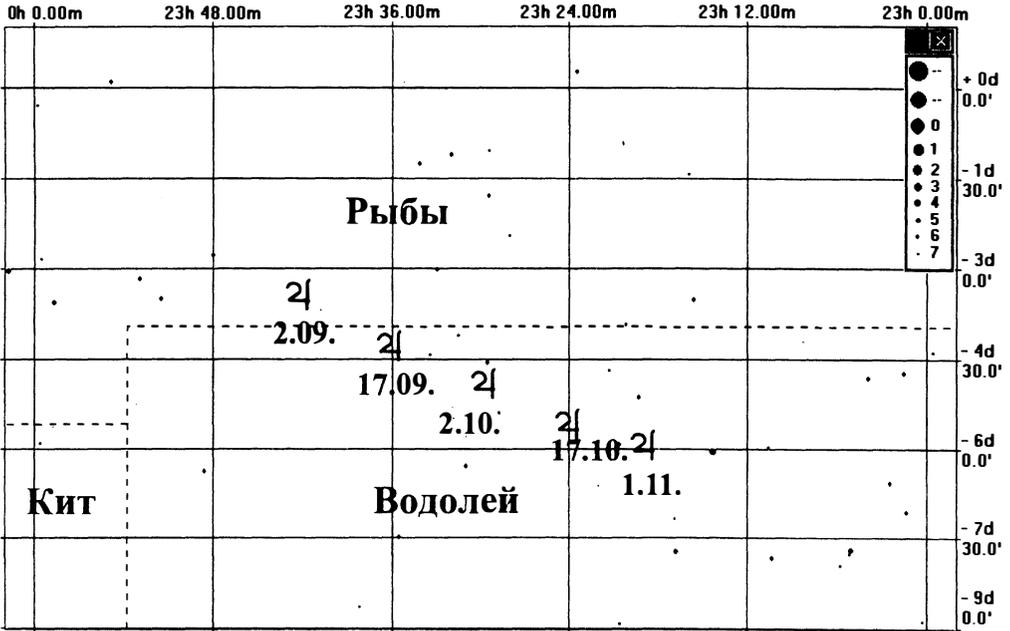
МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Название	Период активности	Дата максимума	Альфа радианта	Дельта радианта	Скорость (км/с)	Часовое число
Писциды	Сент. 1–30	Сент. 20	0°20 ^М	-1°	26	3
Дракониды	Окт. 6–10	Окт. 8	17 28	54	20	см. прим.
Эпсилон	Окт. 14–27	Окт. 18	6 48	27	70	2
Геминиды						
Ориониды	Окт. 2–Нояб. 7	Окт. 21	6 20	16	66	20

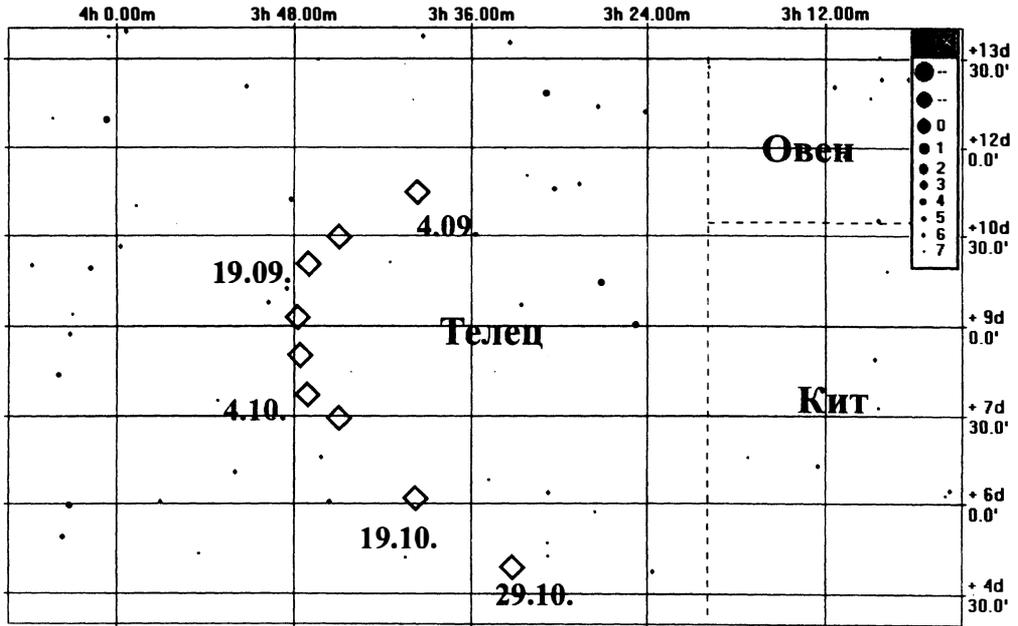
Примечание: В 1998 году ожидается метеорный шторм Дракониды. Часовое число может достигать до нескольких тысяч.





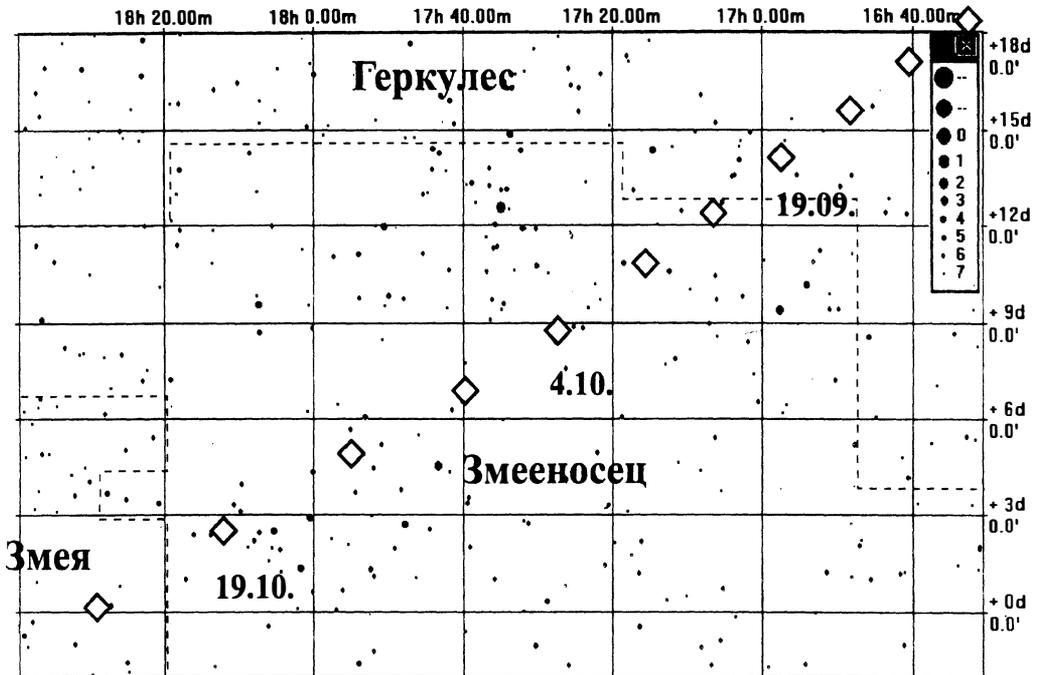


Комета 68P/Kleola



Комета 21P/Giacobini-Zinner

4.09.



БАРАБАНОВ С.И.
Институт астрономии РАН

Солнце в феврале-марте 1998 г.

Первая декада февраля отличалась умеренной активностью Солнца. Наблюдалось 2–3 группы пятен достаточно простой конфигурации и небольшой площади. 11 февраля на восточной стороне лимба в южном полушарии появилась активная область, которая быстро развивалась. Уже через день группа имела крупное головное пятно с развитой полутенью. С заходом этой группы число Вольфа W упало, а 21–22 февраля равнялось 11 (единственное пятно).

Среднемесячное значение W оказалось чуть больше 30, меньше январского показателя. В марте уровень активности сильно возрос. Правда, в первой декаде было всего по 2–4 группы пятен, хотя и более развитых, чем месяц назад. Но уже во второй декаде произошел всплеск активности. Число Вольфа поднималось до 90 – рекорд в текущем цикле. 15 марта на центральном меридиане в южном полушарии наблюдалась развитая активная область с мощными головными и особенно хвостовыми пятнами. Вблизи нее зарождались меньшие по масштабам группы. Можно сделать вывод, что в южном полушарии, вблизи широты 40° , развивается комплекс активности.

В первой половине третьей декады марта число Вольфа колебалось от 50 до 80, а в среднем за месяц $W = 56$. Нарастающая солнечная активность, мощные группы пятен сложной магнитной конфигурации вызвали в марте сильные геомагнитные бури.

В целом в феврале-марте отмечена асимметрия активности: южное полушарие “работало” значительно больше.

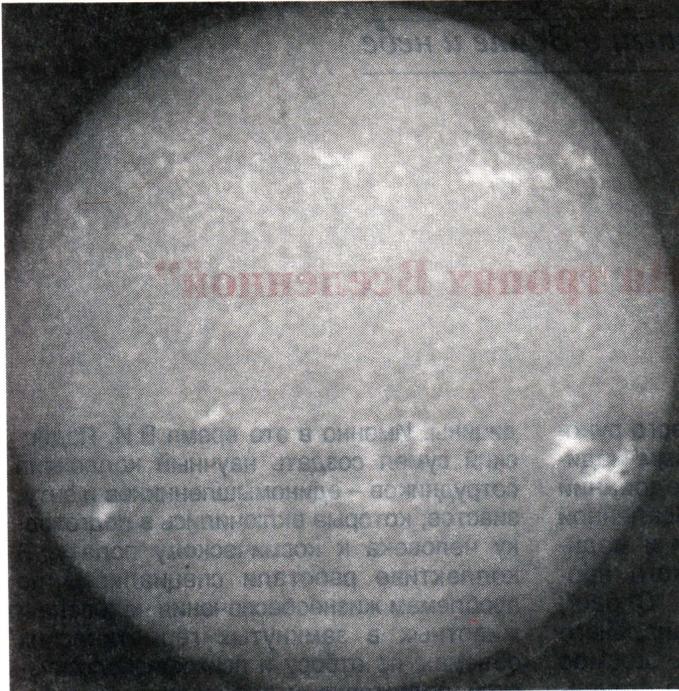
Главный вывод остается неизменным: рост уровня солнечной активности продолжается.

В.Г. БАНИН,

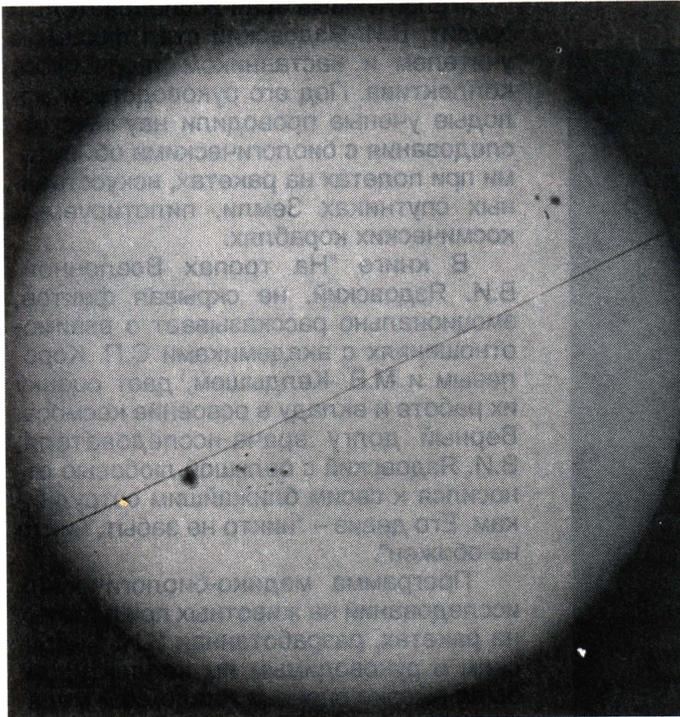
доктор физико-математических наук

С.А. ЯЗЕВ,

кандидат физико-математических наук



Солнце в лучах ионизованного кальция 20 марта 1998 г. На юго-западе (на снимке внизу справа) видна развитая активная область с крупным головным пятном (темная компактная область на фоне яркого флоккула)



Фотосфера Солнца 26 марта 1998 г.

Снимки получены Т.В. Говориной в Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН

“На тропах Вселенной”

В книге основателя и первого руководителя космических программ медико-биологических исследований В.И. Яздовского (“На тропах Вселенной (вклад космической биологии и медицины в освоение космического пространства)”, Москва, фирма “Слово”, 1996 г.) осмыслены итоги начального этапа проникновения в космос (1948-68 гг.). В это время шло становление и развитие новой научной отрасли знаний – космической биологии и ме-

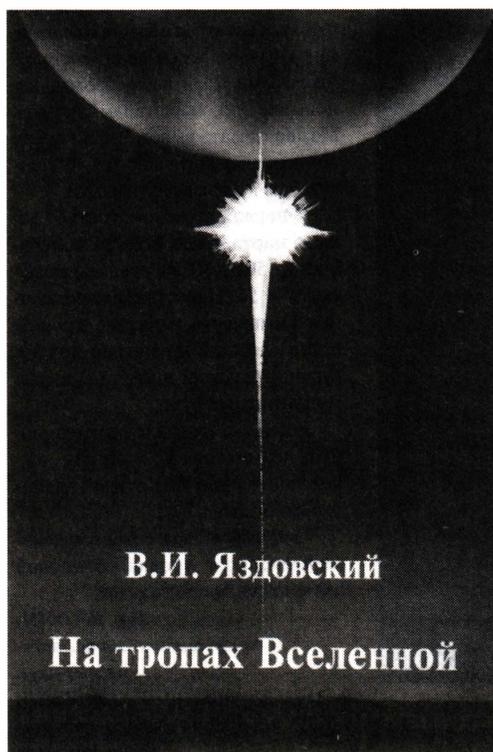
дицины. Именно в это время В.И. Яздовский сумел создать научный коллектив сотрудников – единомышленников и энтузиастов, которые включились в подготовку человека к космическому полету. В коллективе работали специалисты по проблемам жизнеобеспечения человека и животных в замкнутых герметических объемах, по отбору и психофизиологической подготовке и тренировке будущих космонавтов, а также многим другим отраслям зарождавшейся тогда космической биологии и медицины.

Талантливый врач-исследователь и эрудит, В.И. Яздовский стал любимым учителем и наставником творческого коллектива. Под его руководством молодые ученые проводили научные исследования с биологическими объектами при полетах на ракетах, искусственных спутниках Земли, пилотируемых космических кораблях.

В книге “На тропах Вселенной” В.И. Яздовский, не скрывая фактов, эмоционально рассказывает о взаимоотношениях с академиками С.П. Королевым и М.В. Келдышем, дает оценку их работе и вкладу в освоение космоса. Верный долгу врача-исследователя, В.И. Яздовский с большой любовью относился к своим ближайшим сотрудникам. Его девиз – “никто не забыт, никто не обижен”.

Программа медико-биологических исследований на животных при полетах на ракетах, разработанная В.И. Яздовским и руководимым им коллективом, была высоко оценена Академией медицинских наук СССР.

Первый старт ракеты с животным на борту состоялся 22 июля 1951 г. За-



тем успешно были завершены второй и третий этапы биологических экспериментов на геофизических ракетах, состоялись космические полеты с собаками на борту на II ИСЗ и кораблях-спутниках. Особое внимание при этом уделялось изучению физиологических параметров у животных с помощью малогабаритной регистрирующей аппаратуры. Одной из важнейших задач при проведении таких экспериментов являлось создание оптимальных условий для жизнедеятельности животных в герметичных кабинах. В.И. Яздовскому принадлежит идея установки в кабине космического корабля системы регенерации и кондиционирования параметров газовой среды, аналогичной системе теплообмена и регенерации кислорода в замкнутой среде на подводных лодках, для обеспечения необходимых условий жизнедеятельности животных, а в дальнейшем и космонавтов при осуществлении космических полетов. Позднее были решены также проблемы питания и водоснабжения при полетах космонавтов на космических кораблях. Работы научного коллектива в данной области подробно освещены В.И. Яздовским в первой части книги.

Поучителен раздел книги, где В.И. Яздовский пишет о переводе в начале 1959 г. Научно-исследовательского испытательного института авиационной медицины ВВС в Государственный научно-исследовательский испытательный институт авиационной и космической медицины (ГосНИИИ АиКМ) МО СССР, о структуре нового института и руководителях его подразделений. Автор увлеченно повествует о работах в Центральном военном научно-исследовательском авиационном госпитале и Центральном научно-исследовательском авиационном госпитале и Центральной врачебно-лётной комиссии, о создании в январе 1960 г. Центра подготовки космонавтов (ЦПК) и его первом начальнике Е.А. Карпове. В.И. Яздовский отмечает, что вскоре после образования ЦПК начались интенсивные работы по подготовке космонавтов к космическим полетам. ГосНИИИ АиКМ также развернул широкий фронт научных исследований в области медико-

биологических проблем обеспечения полетов экипажей на перспективных космических кораблях, рассчитанных для проведения орбитальных космических полетов большой продолжительности. Большую помощь ГосНИИИ АиКМ в решении медико-биологических проблем в освоении космоса человеком оказывали научные учреждения АН СССР и АМН СССР. Начиная с 1961 г., в научных журналах АН СССР регулярно публикуются работы В.И. Яздовского и его коллег. С 1962 г. издаются научные сборники "Проблемы космической биологии". Космическая биология и медицина начала формироваться как научная дисциплина, и В.И. Яздовский становится ведущим руководителем новой отрасли науки.

В 1960 г. в нашей стране были проведены два зачетных космических полета кораблей-спутников с животными на борту (собаки Чернушка и Звездочка) и другими биологическими объектами для проверки автоматики, скафандра, катапультной тележки и системы жизнеобеспечения (СЖО). В ходе этих полетов успешно испытаны СЖО, безмасочный скафандр с системой спасения и приземления. Было дано окончательное заключение о возможности выполнения полетов на космических кораблях "Восток".

В книге "На тропах Вселенной" приведена информация о многочисленных письмах жителей нашей страны и зарубежных граждан с просьбой включить их в отряд космонавтов. Аналогичные заявления поступили и от сотрудников ГосНИИИ АиКМ – А.М. Генина, И.И. Касьяна, А.Д. Серяпина, Е.Я. Шепелева. Командование Военно-воздушных сил решило провести подбор кандидатов в космонавты из состава летчиков-истребителей, так как они были наиболее подготовлены для проведения космических полетов. Во время тренировок первых космонавтов был учтен опыт истребительной авиации, где испытания летчиков проводились на тренажерах с использованием углубленных клинических методов обследования. Всю систему подготовки будущих космонавтов – психологические исследования, специальное обучение и

тренировки, теоретическое обучение, испытания на тренажерах и в герметических кабинах – разработал коллектив научных сотрудников под руководством В.И. Яздовского. В марте 1960 г. начались комплексные тренировки кандидатов в космонавты.

В.И. Яздовский дает подробную характеристику их состояния здоровья и подготовленности к космическому полету. Им раскрывается роль командования Военно-воздушных сил страны в деле подготовки космонавтов (Главного маршала авиации К.А. Вершинина и генерал-лейтенанта авиации Н.П. Каманина). Автор подробно описывает события, предшествовавшие первому полету человека в космос, рассказывает о тренировках Юрия Алексеевича Гагарина и Германа Степановича Титова, вспоминает о специалистах-медиках, участвовавших в предстартовых работах.

Полет Ю.А. Гагарина заложил основы космической системы медицинского обеспечения космонавтов. После первых полетов стало очевидным, что необходимо совершенствовать систему медицинского отбора. В.И. Яздовский организовал большую исследовательскую работу, направленную на изучение проблем повышения физиологической устойчивости человека к действию факторов космического полета и улучшения условий обитания для более длительного пребывания человека в кабине корабля.

В книге подробно описывается работа сотрудников ГосНИИИ авиационной и космической медицины по подготовке следующих космических пилотируемых полетов, в том числе женщин-космонавтов (В.Л. Пономаревой, И.Б. Соловьевой, Т.Д. Кузнецовой, Ж.Д. Сергейчик, В.В. Терешковой).

Автор отмечает, что с лета 1962 г. в деятельности ученых Управления кос-

мической медицины ГосНИИИ АиКМ возникли осложнения. У части руководства Военно-воздушных сил страны сложилось мнение, что исследования, проводимые коллективом ученых под руководством В.И. Яздовского, не имеют прямого отношения к ВВС.

В 1962 г. закончился первый этап исследований по обоснованию развития длительных космических полетов с участием человека. Но появились срывы сроков выполнения программ, случаи гибели космонавтов во время космических полетов. Эти негативные явления автор подробно анализирует в своей книге. Он четко и ясно формулирует основные задачи, стоящие перед сегодняшней космонавтикой.

Хотелось бы подчеркнуть, что В.И. Яздовский создал стройную систему медико-биологического обеспечения пилотируемых космических полетов. Его работы способствовали завоеванию передовых позиций нашей страны в освоении космического пространства человеком.

В последние десятилетия В.И. Яздовский с присущей ему энергией занимается проблемами обоснования искусственных экологических систем, разработкой физико-химических и биологических основ перспективных систем жизнеобеспечения человека в длительных космических полетах.

О становлении и развитии космонавтики написано много книг. Но книга В.И. Яздовского “На тропях Вселенной” охватывает, пожалуй, самый драматичный ее период. Впервые для широкой аудитории названы неизвестные ранее имена и дана оценка работы исследователей, участников освоения космического пространства, пионеров космической биологии и медицины.

В.Ф. РОМАНОВ

Книга академика В.Л. Гинзбурга

“О науке, о себе и о других”

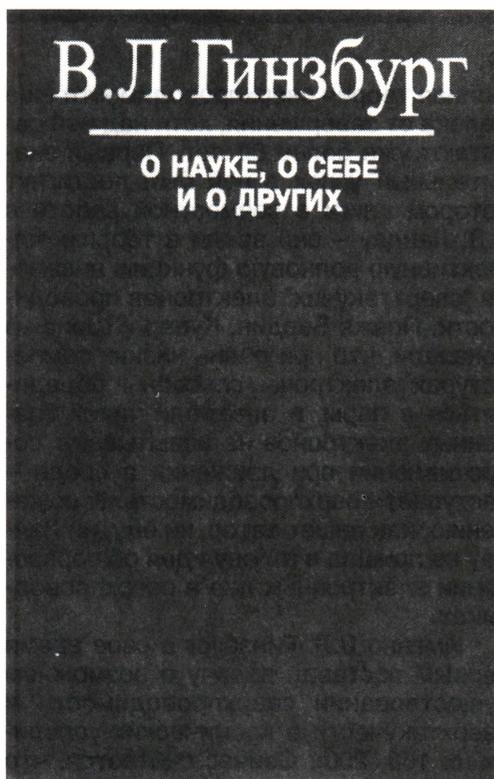
В 1997 г. вышла вторая научно-популярная книга Виталия Лазаревича Гинзбурга, имеющая подзаголовок: “Статьи и выступления”. В книге 15 статей, разных по тематике и характеру, написанных в разное время и по разным поводам.

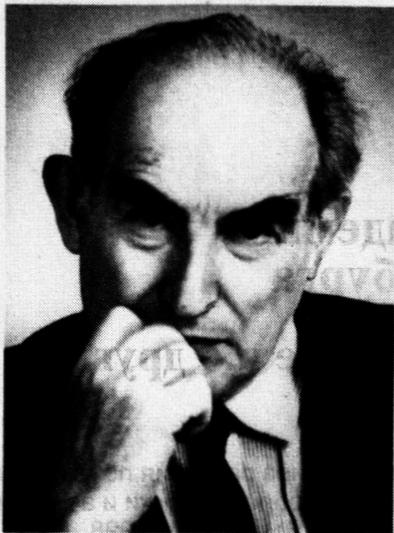
Если в его первой книге “О физике и астрофизике” (1995) содержался об-

зор и прогноз развития почти всех важнейших проблем физики и астрофизики (Земля и Вселенная, 1998, № 1), то в этой приведены обзоры трех проблем, которые наиболее близки автору – он много работал над ними сам, получил принципиальные результаты в создании теории рассматриваемых явлений. Две проблемы физические: **изучение равномерно движущихся источников** (в том числе рассмотрен эффект Вавилова-Черенкова) и **сверхпроводимость**. Они освещены в духе типичного научного обзора (именно научного, в духе УФН, а не популярного) с традиционной структурой: введением, историей проблемы, основными этапами, теоретическими подходами, заключением, списком литературы. По ходу изложения В.Л. Гинзбург дает всевозможные комментарии, в частности, автобиографические, причем в свойственном ему ярком стиле, иногда с парадоксальными оценками всей ситуации.

При рассмотрении третьей научной проблемы – астрофизической (**космические лучи и радиоастрономия**, их взаимосвязь) много места уделяется истории ее изучения. Хотя история еще сравнительно коротка, тем не менее в ней укоренились некоторые ошибки, к разъяснению которых В.Л. Гинзбург возвращается еще в нескольких местах книги.

Отдельные статьи посвящены академикам И.Е. Тамму, Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшицу; две короткие заметки –





В.Л. Гинзбург

В.Л. Гинзбург

О НАУКЕ, О СЕБЕ
И О ДРУГИХ

1463
Библиотека
Института астрономии
РАН

Москва
Наука • Физматлит
1997

скульптору В.А. Сидуру и трагически погибшему астрофизику В.Ф. Шварцману. Помимо научно-популярных обзоров и мемуарных глав, следует отметить публицистические, остро полемические статьи о необходимости борьбы с лженауками, а также о современном социально-политическом противостоянии в нашем обществе. Попробуем коснуться существа дела по каждой из обозначенных проблем.

Начнем со сверхпроводимости. В.Л. Гинзбург уже писал в первой книге, что считает наиболее крупным открытием в физике за последнее десятилетие высокотемпературную сверхпроводимость, обнаруженную в 1986-87 гг. Так принято называть сверхпроводники с температурой выше 77,4 К (-196°C) – точки кипения жидкого азота. (С обычной точки зрения термин “высокотемпературная” по отношению даже к предельно достигнутой здесь температуре -90°C кажется непривычным.)

Полная теория сверхпроводимости еще далека от завершения, хотя над ней работают уже более 80 лет. Первый значительный успех в ней был достигнут автором книги в совместной работе с Л.Д. Ландау – они ввели в теорию эффективную волновую функцию ансамбля “сверхтекучих” электронов проводимости. Позже Бардин, Купер и Шриффер показали, что при очень низких температурах электроны способны объединяться в пары, и ансамбли таких спаренных электронов не испытывают сопротивления при движении в среде – наступает сверхпроводимость. К сожалению, как пишет автор, ни ему, ни Ландау не пришла в голову идея об образовании электронных пар в сверхпроводниках.

Именно В.Л. Гинзбург в свое время первым поставил задачу о возможном существовании сверхпроводимости и сверхтекучести в космических условиях (с. 163, 200). Сейчас считается, что

сверхтекучесть существует в недрах нейтронных звезд, обсуждается возможность сверхпроводимости в поверхностном слое белых карликов и в недрах больших планет. Может статься, что сверхтекучесть и сверхпроводимость займут видное место в кругу проблем астрофизики.

В.Л. Гинзбург подробно рассказывает об **эффекте Вавилова-Черенкова**, в особенности об истории его открытия. Она крайне поучительна, так как иллюстрирует самоценность фундаментальных научных исследований, которые могут дать совершенно непредсказуемые результаты, в том числе и в отношении их практического использования. В этом смысле обычно вспоминают физику ядра, которая в довоенный период считалась областью абстрактных интересов; пример с излучением Вавилова-Черенкова гораздо менее известен. Так вот, как рассказывает В.Л. Гинзбург, аспирант С.И. Вавилова Павел Черенков методично исследовал люминесценцию растворов солей шестивалентного урана, которые при воздействии на них, например, гамма-лучей дают яркое зеленое свечение (это одно из классических люминесцентных веществ). Случайно заметив, что раствор без солей урана тоже светится, но голубовато-белым светом, он счел это связанным с какими-то примесями и очень огорчился, поскольку в этом случае и характеристики урановой люминесценции нельзя было считать “чистыми”. Лишь С.И. Вавилов понял, что они наблюдают **принципиально новое явление**, и сразу указал, что свечение надо связывать не с самими гамма-квантами, а со вторичными, комптоновскими электронами. Оно возникает при движении частиц со скоростью выше скорости света в среде. Позже И.Е. Тамм и И.М. Франк разработали классическую теорию этого эффекта. Затем В.Л. Гинзбург дал квантовую теорию излучения Вавилова-Черенкова. Сейчас черенковские счетчики быстрых частиц повсеместно применяются в ядерной физике и астрофизике.

Впоследствии И.Е. Тамм, И.М. Франк и П.А. Черенков получили Нобелевскую премию за открытие и

объяснение эффекта. Эти премии не присуждают посмертно, и С.И. Вавилов нобелевским лауреатом не стал. В.Л. Гинзбург дает понять, что вдвойне несправедливо, когда роль С.И. Вавилова игнорируют даже его соотечественники. А между тем на Западе, да часто и у нас, открытый эффект несправедливо называют именем одного только П.А. Черенкова. Но скорее всего наши ученые просто заимствуют “западную” терминологию. Происходит “эффект привыкания за счет повторений” (adopted by repetition) – любопытное явление в научной среде, не раз упоминаемое в книге.

В рамках более общей проблемы излучения равномерно движущихся источников В.Л. Гинзбург кратко освещает аномальный эффект Доплера, переходные излучение и рассеяние на неоднородностях, на границах раздела сред; тормозное излучение в плазме; аналоговые эффекты в механических упругих средах – в частности, ударные волны при переходе звукового барьера самолетами и переходное излучение упругих волн при прохождении поездом неоднородностей рельсового пути.

В конце 1940-х гг. шли жаркие дискуссии о природе только что обнаруженных волн метрового радиодиапазона, приходящих из космоса. Обсуждалась гипотеза существования “радиозвезд”, ее придерживались большинство астрономов. Другая гипотеза была выдвинута Г. Альфвеном и Н. Херлоффсоном в 1950 г. Они связали радиоизлучение с **синхротронным механизмом**, при котором излучение возникает при движении электронов космических лучей в галактических магнитных полях. В.Л. Гинзбург сразу же поддержал вторую гипотезу, и несколько лет был почти единственным ее сторонником. Любопытное объяснение дает этому факту сам автор книги. Он был связан “близостью к физике и удаленностью от классической астрономии”, – так получилось, что автор никогда не изучал ее, даже в школе. Для него “синхротронный механизм был ясен и правдоподобен, ...странные “радиозвезды” оставались чем-то чисто спекулятивным”. “Реакция астрономов была прямо противо-

положной моей – синхротронный механизм казался таинственным и спекулятивным, “радиозвезды” же хотя и задавали загадки, но каких только звезд не бывает?” (с. 76).

Гипотезу “радиозвезд” поначалу поддерживал и выдающийся астрофизик И.С. Шкловский, назвавший синхротронную гипотезу неприемлемой (Астрономический журнал, 1952, т. 29, с. 418). Но уже в следующем году он изменил свое мнение. Можно считать, что с этого года в нашей стране синхротронная гипотеза восторжествовала. На Западе она получила признание только через пять лет. Парадокс в том, что именно эта статья И.С. Шкловского неоднократно упоминается в мировой литературе как чуть ли не основная и исходная в отношении синхротронной гипотезы объяснения космического радиоизлучения (с. 55, 76).

Аналогичная ситуация сложилась в истории вопроса об измерении **поляризации** синхротронного излучения. И.М. Гордон в 1953 г. высказал предложение попробовать найти это свойство в излучении Крабовидной туманности, что подтвердило бы предположение И.С. Шкловского о его синхротронной природе. Но сам И.С. Шкловский считал, что поляризация не может быть обнаружена (с. 58). Она все же была найдена и измерена в следующем году. В научной литературе предложение об измерении поляризации излучения часто приписывают И.С. Шкловскому и даже называют его “блестящим предсказанием” (с. 56). Видимо, в это поверил и сам И.С. Шкловский, потому, что в статье от 1962 г. писал, что именно он и предсказал поляризацию излучения Крабовидной туманности (с. 58).

В.Л. Гинзбург подробно разбирает вопрос о приоритетах, воспринимаемый некоторыми весьма болезненно. Он пытается обобщить весь комплекс сложных вопросов, касающихся приоритета в науке, в “Заметках астрофизика-любителя”, одна из которых так и озаглавлена: “**Кое-что о вопросах приоритета**”. Помимо двух уже упомянутых примеров, автор рассказал о еще одном конфликте.

В 1966 г. Я.Б. Зельдович и И.Д. Но-

виков опубликовали статью с идеей об **аккреции на нейтронную звезду**. В том же году на конференции по радиоастрономии в Нордвике, где присутствовали В.Л. Гинзбург и И.С. Шкловский, обсуждалась идея возникновения мощного рентгеновского излучения при аккреции плазмы на нейтронную звезду – компонент двойной системы. В 1967 г. И.С. Шкловский опубликовал статью на эту же тему, не упомянув об обсуждении ее в Нордвике и без ссылки на статью И.Д. Новикова и Я.Б. Зельдовича. Я.Б. Зельдович, “чувствительный в вопросах приоритета”, “кипел негодованием”. В.Л. Гинзбург и Я.Б. Зельдович написали соответствующее письмо И.С. Шкловскому. Оно не изменило позиции И.С. Шкловского, в статье от 1982 г. он настаивал на приоритете своей работы. Но в конце концов его “явно не отвечающие действительности утверждения, касающиеся радиоастрономии и рентгеновской астрономии, вредили в первую очередь ему самому”.

Подобные ситуации, к сожалению, не так уж редки. Поэтому В.Л. Гинзбург предлагает выработать некоторый свод правил или, скорее, рекомендаций по проблеме приоритета вообще и по использованию ссылок в статьях и докладах, в частности. Приведем здесь несколько наиболее существенных тезисов и замечаний автора книги. Один из своих докладов на Международной конференции в 1987 г. В.Л. Гинзбург начал с демонстрации пленки с таким необычным текстом: “Вопросы приоритета – “грязное дело”. Приоритетная мания или сверхчувствительность – это болезнь”. Относительно ссылок в докладах он пишет: “Во-первых, мелькание имен в докладе (и, скажем, на “прозрачках”) мешает изложению самого материала, отвлекает внимание от сути дела. Во-вторых, работ и авторов сейчас так много, что всех упомянуть невозможно, а отбор часто вызывает неудовольствие и обиды. ...Лишь ничтожное меньшинство авторов не дает тех или иных ссылок сознательно или из недоброкачественных побуждений. Но такие люди и такие поступки, за некоторыми исключениями, недостойны внимания. ...Я замечаю, когда мои ста-

тьи цитируют или не цитируют, но никогда не предъявляю авторам, не упоминаящим меня, каких-либо претензий” (с. 111). Во всех этих случаях В.Л. Гинзбург нигде не “борется” за свой собственный приоритет, речь идет лишь о восстановлении истины в отношении других авторов.

В мемуарной части книги преобладают воспоминания о Л.Д. Ландау, которого автор считает своим учителем, наряду с И.Е. Таммом. В книге В.Л. Гинзбурга, на наш взгляд, наиболее яркое впечатление производят замечания автора о самокритичности Ландау, его оценке других великих физиков и самооценке. Градация производилась по логарифмической шкале. Самый высокий показатель был дан Эйнштейну (0,5). Бор, Дирак, Гейзенберг, Шредингер, Де Бройль, Фейнман, еще некоторые получили класс 1. Себя Ландау отнес к классу 2,5, а в дальнейшем перевел в класс 2. Это означает, что свой вклад он оценивал на порядок ниже, чем ученых класса 1. Заметим, что в одном из автобиографических мест книги В.Л. Гинзбург пишет: “не уверен, что Дау дал бы мне даже 3-й класс по его шкале” (с. 203). Последним классом был 5-й, к нему относились авторы “патологических” работ. Впрочем, Ландау терпимо относился к противоположным мнениям, возникавшим в результате серьезных и заинтересованных обсуждений с ним. Так, по вопросу об эффективном электронном заряде в сверхпроводниках (см. выше) “...он не только не препятствовал публикации моей... статьи, но и разрешил привести [его] аргументацию” (с. 221). Кстати, сам Ландау “очень не любил писать, ...даже его собственные (без соавторов) работы обычно писал кто-либо другой”. Так что это вовсе не легенда, что знаменитый десятилетний “**Курс теоретической физики**” Ландау и Лифшица написан Е.М. Лифшицем (в написании трех томов и переиздании других участвовал Л.П. Питаевский). **Курсу** и Евгению Михайловичу Лифшицу посвящена особая глава книги, очень тепло написанная. Главнейший итог жизни Е.М. Лифшица – **Курс** с большой буквы (как его принято называть) был и останется еще

на многие годы учебником для сотен тысяч физиков всего мира. Этот уникальный **Курс** не имеет аналогов. Он полностью издан на 10 языках. Примечательно, что перевод на многие языки, например, болгарский, сербско-хорватский, словацкий, румынский, вьетнамский и т.д., вовсе не означает, что студенты и ученые этих стран не в состоянии пользоваться, скажем, английским, французским или русским изданиями. На базе **Курса** формируется еще и нормативная научная лексика и терминология на “малых” языках, что, разумеется, очень важно вообще для развития образования, преподавания современной физики и математики, научного общения в соответствующих странах. **Курс** – крупнейший вклад в мировую культуру.

В книге В.Г. Гинзбурга есть две острополемические статьи. Одна из них: “Назад в Средневековье зовут нас с телеэкранов и страниц газет прорицатели, колдуны и “очевидцы” чудес. Автор пишет, что “...волна лженауки, ...мистики и антинаучного бреда буквально захлестнула наши СМИ. Говорят, что такая картина вообще типична для тяжелых времен” (с. 240). Вряд ли нужно комментировать эти слова. Читателям “Земли и Вселенной” – журнала, всегда принципиально сохранявшего академические научные позиции, тоже очевидно распространение этой пандемии и ее причины. Тиражи публикаций, содержащих астрологические прогнозы и прочую дезинформацию, сейчас в тысячи раз перекрывают тиражи научной и научно-популярной литературы. В.Л. Гинзбург написал указанную статью в 1991 г. для “Известий” (№ 45, 21.02.91). Тогда он высказывал некоторые надежды. “Советская наука, как и вся страна, сегодня переживает кризис. ...Но у нас масса способных и хорошо образованных людей... наука в стране способна быстро расцвести, оказаться на уровне мировых стандартов” (с. 241).

Наверно, читателям хотелось бы знать, какова политическая ориентация самого автора книги. В.Л. Гинзбург дает на это вполне однозначный ответ в своей заключительной статье, где он пишет об опасности возрождения ком-

мунистической идеологии и режима. В статье содержатся глубокие рассуждения о нашем коммунистическом прошлом и о посткоммунистическом настоящем, сделанные очень умным человеком.

Сейчас В.Л. Гинзбург уже отошел от активной политики (“после разгона в самом конце 1991 г. Верховного Совета СССР никакой политической деятельностью больше не занимался и не занимаюсь”).

В статье упоминаются и такие общеизвестные факты, как «зарплата врачей, учителей и вообще “бюджетников”, недостаточная для нормальной жизни», о почти 37 млн человек в России с доходами ниже прожиточного минимума, о “бессовестных задержках с

выплатой зарплат и пенсий”. Зачем здесь упоминать об этих явлениях, если они и так хорошо известны? Мы сочли это уместным, так как фактов самого различного рода много, и людям часто трудно в них ориентироваться. Но в стране есть известные люди – писатели, ученые, не боявшиеся и в прошлые годы занимать честную и бескорыстную позицию. Таким был А.Д. Сахаров. Таким остается А.И. Солженицын. Таким среди ученых нашей страны остается В.Л. Гинзбург, старейшина среди наиболее крупных физиков мира, человек, к суждениям которого стоит прислушаться.

Б.С. ГОРОБЕЦ,

кандидат физико-математических наук

Информация

Как предотвратить распространение ледников?

Около 5 лет назад гляциологи Г. Миллер из Университета штата Колорадо (Боулдер, США) и Энн де Верналь из Квебекского университета (Монреаль, Канада), исследовав характер органических донных отложений, пришли к выводу, что последнее наступание ледников в Арктике 120 тыс. лет назад началось в период наиболее теплого в этом регионе климата. Основываясь на этих представлениях, океанограф Р. Джонсон из Университета штата Миннесота (Миннеаполис, США) утверждает,

что Асуанская высотная плотина, возведенная на Ниле в 1968 г., способствует возникновению цепи явлений, которые в дальнейшем должны привести к новому ледниковому периоду в Северном полушарии. Он отмечает, что плотина служит барьером для поступления в Средиземное море пресной воды Нила. Именно поэтому соленость морских вод в последние десятилетия увеличилась, а их плотность возросла. Более плотные водные массы активнее прокладывают себе путь из Средиземного моря в Атлантику через Гибралтарский пролив и движутся на север в арктическую акваторию, нарушая сложившуюся систему течений. При этом возрастает количество осадков, и интенсивнее становятся процессы ледообразования.

Автор гипотезы считает, что усиление оттока плотных средиземноморских вод в Атлантику

уже происходит, но остается незамеченным, поскольку охватывает лишь глубинные слои моря. Такие потоки должны “отодвигать” русло Гольфстрима в акваторию, лежащую западнее Гренландии, в Лабрадорское море, подогревая его. Судя по ископаемым остаткам донных организмов, подобное уже происходило в прошлом и теперь может повториться.

Р. Джонсон предлагает... возвести в узкой части Гибралтарского пролива плотину, препятствующую выходу из Средиземного моря по крайней мере 80% соленых водных масс. Строительство подобного барьера превысит объем земляных работ при сооружении великих пирамид Египта примерно в 420 раз. Зато будет предотвращена угроза нового распространения ледников.

New Scientist, 1997, 155, 10

Таблица запусков космических аппаратов для исследования Луны

В 90-е гг. возобновились полеты к Луне. В 1994 г. беспрецедентные исследования выполнила американская автоматическая станция “Клементина” (Земля и Вселенная, 1995, № 5). С полярной селеноцентрической орбиты проведено глобальное фотографирование лунной поверхности с пространственным разрешением до 200 м в 11-ти диапазонах спектра – это более 1 млн изображений, в том числе Южного полюса. Здесь, вероятно, обнаружен водяной лед в затененных местах (Земля и Вселенная, 1997, № 5).

История изучения Луны начинается с конца 1958 г., когда были впервые предприняты безуспешные попытки запусков к Луне советских и американских аппаратов. В 60-е гг. развернулось соперничество между двумя космическими державами за приоритеты в этапах освоения Луны.

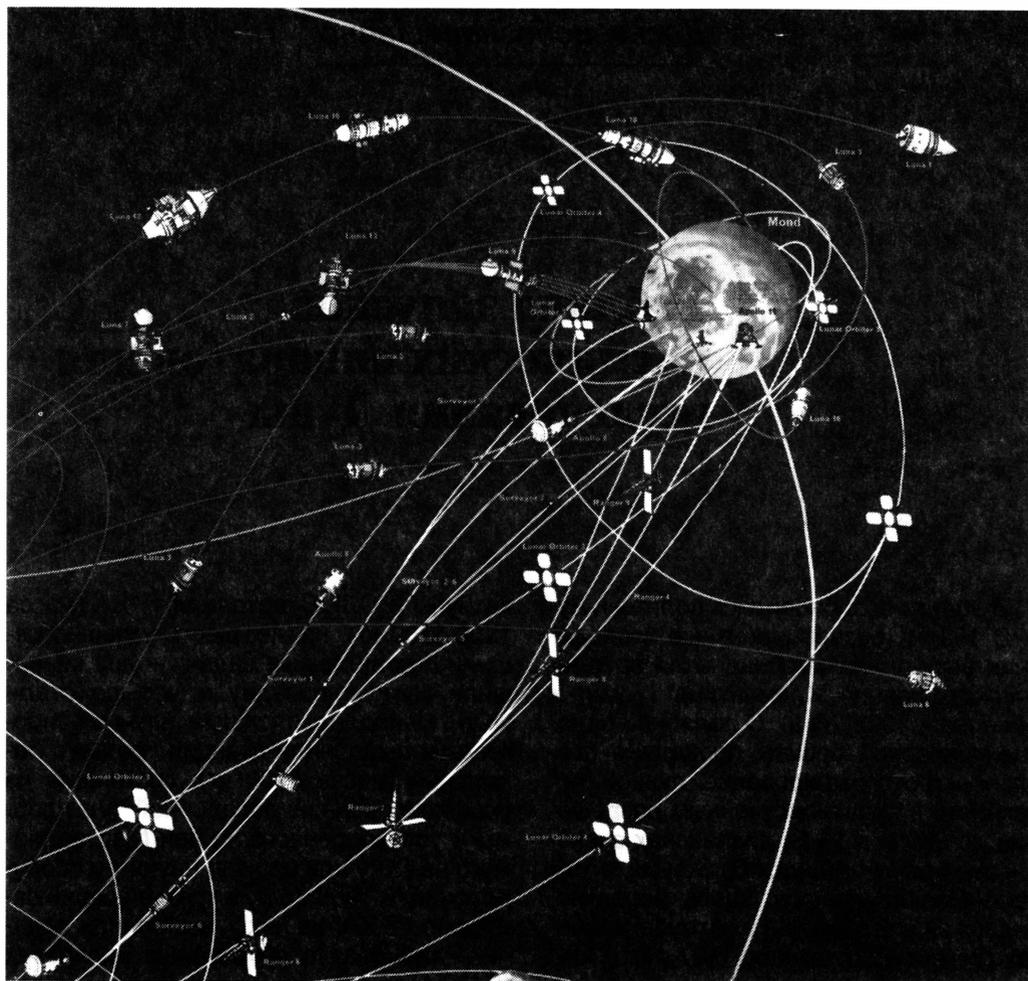
Первый удачный запуск к Луне состоялся в январе 1959 г. – “Луна-1” вышла на орбиту искусственного спутника Солнца (ИСС) и была названа “Мечтой”. Советская программа “Луна” включала три поколения КА.

Главная цель первой серии запусков (1958-60 гг.) – перелет с Земли на Луну и фотографирование ее обратной стороны. Из 9 стартовавших КА (масса 300-400 кг) выполнили программу только два. Во второй серии (1963-68 гг.) отрабатывалась методика выполнения мягкой посадки и создание искусственного спутни-

ка Луны (ИСЛ). Стартовали 17 КА (масса 1400-1700 кг), из них шесть успешно решили поставленные задачи – два совершили мягкую посадку и четыре стали ИСЛ. Наиболее сложные научные программы выполнили станции третьего поколения (масса 5700 кг), состоящие из унифицированной посадочной платформы и установленного на ней (доставляемого на Луну или орбиту) научного оборудования. В 1969-76 гг. в третьей серии запущено 16 КА, из них 7 выполнили задачи – три раза в спускаемых аппаратах (СА) возвращен на Землю лунный грунт, два стали ИСЛ и два доставили на Луну самоходные аппараты “Луноход”. В 1969-75 гг. были созданы четыре “Лунохода” – первый потерпел аварию при старте, второй и третий успешно выполнили комплексные лунные исследования (Земля и Вселенная, 1971, № 3; 1973, №№ 3, 4), а четвертый так и остался на Земле и демонстрируется в экспозиции музея НПО им. С.А. Лавочкина. Из 42 запущенных КА серии “Луна” успешно или частично выполнили программы полетов 15 станций.

В 1963-65 гг. стартовали несколько универсальных АМС для изучения Луны, Венеры и Марса, в их числе “Зонд-3”.

В 1967-70 гг. проводилась отработка облета Луны и возвращения на Землю СА пилотируемого космического корабля (КК) 7К-Л1 в автоматическом варианте. Из 12 КК 7К-Л1 (“Зонд”) только четыре частично выполнили программу. Еще два



КК “Зонд” (масса 5680 кг), предназначенные для облета Луны экипажем из двух космонавтов, так и остались на Земле. Состоялись и три испытательных полета (1970-71 гг.) в автоматическом режиме прототипа лунного корабля (ЛК) массой 6,5 т на орбите ИСЗ. Еще четыре старта в 1969-72 гг. проведены в рамках летно-конструкторских испытаний ракетно-космической системы “Н1-Л3” (стартовая масса 2800 т, массы КК – 9,85 и ЛК – 8,5 т) по программе подготовки лунных экспедиций советских космонавтов. Все запуски оказались аварийными, и от продолжения работ отказались (Земля и Вселенная, 1993, №№ 3, 4).

Такие же этапы освоения Луны прошли и США. Из стартовавших 9 КА серии “Pioneer” (масса до 176 кг) в 1958-60 гг.

только один частично выполнил задачу (Земля и Вселенная, 1970, № 3, с. 24). Программа предусматривала фотографирование Луны и выход на орбиту ИСЛ. Трех станциям типа “Explorer” (исследователь) отводилась роль изучения окололунного пространства. По программе “Ranger” (странник) в 1961-65 гг. запущено 9 КА, из них три последних удачно (Земля и Вселенная, 1965, № 5). Три серии аппаратов “Ranger” (масса 306-367 кг) предназначались для получения телевизионных изображений отдельных участков Луны перед падением на нее и доставки туда приборного контейнера. В 1962-68 гг. запущены две серии КА “Surveyor” (наблюдатель, топограф) массой около 1 т для изучения лунного грунта и передачи снимков с Луны. На первом

этапе (1962-66 гг.) осуществлено 8 стартов, в том числе динамических макетов аппаратов с целью отработки систем на траектории полета к Луне. Во время второго этапа (1966-68 гг.) была решена проблема мягкой посадки – запущено 7 КА (масса 360 кг), из них пять провели комплекс изучения свойств грунта (Земля и Вселенная, 1968, № 2). Все пять КА “Lunar–Orbiter” (масса 390 кг) вышли на селеноцентрические орбиты с целью выявления пригодных участков для посадки ЛК “Apollo” на Луну (Земля и Вселенная, 1971, № 3). Получены фотоснимки 99% видимой и обратной сторон, в результате выбраны 8 площадок для прилунения ЛК “Apollo”.

По программе “Apollo”, проводившейся в 1961-72 гг., с целью высадки человека на Луну выполнено 27 полетов. К 1967 г. создана серия ракет-носителей “Saturn”, с помощью которых отрабатывались в полетах системы КК и ЛК – состоялось 14 запусков. В 1967-68 гг. прошли испытания сверхтяжелой РН “Saturn-5” (стартовая масса

2950 т), способной запускать к Луне КК массой до 48 т. В 1968-69 гг. испытывались КК и ЛК с экипажами на борту – на орбитах ИСЗ (“Apollo-7 и -9”) и ИСЛ (“Apollo-8 и -10”). В 1969-72 гг. выполнены 7 лунных экспедиций (без высадки на Луну “Apollo-13”, оказавшейся аварийной). Экипажи КК “Apollo” работали на лунной поверхности почти 300 ч (в том числе 80 ч вне кабины ЛК), установили 6 комплектов научной аппаратуры (передавала информацию до 1979 г.), путешествовали пешком и на луноходах, фотографировали, собрали почти 400 кг образцов лунных пород, провели исследования с окололунной орбиты и запустили два малых ИСЛ (Земля и Вселенная, 1973, № 5; 1989, № 5).

Таблица содержит шесть столбцов: с первого по четвертый – порядковый номер запуска, название космического аппарата, страна, дата старта и масса КА при запуске. В пятом столбце указаны цель и программа полета, в шестом – итоги полета и результаты исследований.

№ п/п	Название КА, страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Назначение и программа исследований	Результаты полета
1	Луна-1, СССР	2.01. 1959 г.	361	Полет на Луну, изучение окололунного пространства	4.01.1959 г. пролетела в 6 тыс. км от Луны, став первой искусственной планетой
2	Пионер-4, США	3.03. 1959 г.	6	То же	4.03.1959 г. пролетел в 60 тыс. км от Луны, став ИСС
3	Луна-2, СССР	12.09. 1959 г.	390	То же	13.09.1959 г. впервые достигла поверхности в Море Дождей
4	Луна-3, СССР	4.10. 1959 г.	278	Фотосъемка обратной стороны Луны при облете	7.10.1959 г. впервые переданы на Землю снимки обратной стороны Луны
5	Эксплорер-10, США	25.03. 1961 г.	36	Изучение окололунного пространства с орбиты ИСЗ	Передал научные данные о физических свойствах окололунного пространства
6	Рейнджер-3, США	26.01. 1962 г.	330	Фотосъемка Луны при падении на поверхность. Доставка приборного контейнера на Луну	28.01.1962 г. пролетел в 3700 км от Луны, стал ИСС

№ п/п	Название КА, страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Назначение и программа исследований	Результаты полета
7	Рейнджер-4, США	23.04.1962 г.	331	То же	26.04.1962 г. упал на обратную сторону Луны
8	Рейнджер-5, США	18.10.1962 г.	343	То же	21.10.1962 г. пролетел в 725 км от Луны, стал ИСС
9	Луна-4, СССР	2.04.1963 г.	1422	Отработка систем мягкой посадки	6.04.1963 г. пролетела в 8500 км от Луны, став ИСС
10	Рейнджер-6, США	30.01.1964 г.	365	Телесъемка Луны перед падением на поверхность	2.02.1964 г. упал в Море Спокойствия. Из-за неполадок снимки не передал
11	Рейнджер-7, США	28.07.1964 г.	366	То же	31.07.1964 г. перед падением в Море По-знанном передал 4 тыс снимков
12	Рейнджер-8, США	17.02.1965 г.	367	То же	20.02.1965 г. перед падением в Море Спокойствия передал 7 тыс. снимков
13	Рейнджер-9, США	21.03.1965 г.	367	То же	24.03.1965 г. перед падением в кратер Альфонс передал 6 тыс. снимков
14	Луна-5, СССР	9.05.1965 г.	1476	Мягкая посадка и передача снимков	12.05.1965 г. упала в Море Облаков
15	Луна-6, СССР	8.06.1965 г.	1442	То же	9.06.1965 г. пролетела в 160 тыс. км от Луны
16	Зонд-3, СССР	18.07.1965 г.	950	Фотосъемка обратной стороны Луны	20.07.1965 г. передал 25 снимков Луны. Стал ИСС
17	Сервейор (модель 1), США	11.08.1965 г.	950	Отработка систем мягкой посадки и РН	14.08.1965 г. пролетел около Луны, проведя испытания. Стал ИСС
18	Луна-7, СССР	4.10.1965 г.	1506	Мягкая посадка и передача снимков	7.10.1965 г. жесткая посадка в Океане Бурь. Снимки не передала
19	Луна-8, СССР	3.12.1965 г.	1552	То же	6.12.1965 г. разбилась в Океане Бурь
20	Луна-9, СССР	31.01.1966 г.	1583	То же	3.02.1966 г. впервые совершила мягкую посадку в Океане Бурь и передала панорамы Луны
21	Луна-10, СССР	31.03.1966 г.	1582	Создание ИСЛ, изучение окололунного пространства	3.04.1966 г. впервые создан ИСЛ. Передала научные данные
22	Сервейор-1 (модель 2), США	30.05.1966 г.	995	Мягкая посадка и изучение поверхности	2.06.1966 г. мягкая посадка в Океане Бурь. Передал 11 тыс. снимков. Первые исследования лунного грунта

№ п/п	Название КА, страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Назначение и программа исследований	Результаты полета
23	Эксплорер-33, США	1.07. 1966 г.	93	Изучение окололунного пространства с орбиты ИСЛ	Передал информацию об окололунном пространстве. Не вышел на орбиту ИСЛ
24	Лунар-Орбитер-1, США	10.08. 1966 г.	385	Фотосъемка районов Луны для выбора мест посадки ЛК	Передал с орбиты ИСЛ 211 снимков. Отобрано 9 посадочных площадок для КК "Аполлон"
25	Луна-11, СССР	24.08. 1966 г.	1640	Комплекс исследований с орбиты ИСЛ	Стала ИСЛ. Выполнена программа исследований
26	Сервейор-2, США	20.09. 1966 г.	1000	Мягкая посадка, телесъемка и изучение грунта	Связь с КА прервалась. 23.09.1966 г. упал в Океане Бурь
27	Луна-12, СССР	22.10. 1966 г.	1620	Комплекс исследований с орбиты ИСЛ	25.10. 1966 г. стала ИСЛ, выполнила программу исследований
28	Сервейор (модель 3), США	26.10. 1966 г.	772	Отработка систем мягкой посадки	Провел комплекс испытаний систем на орбите ИСЗ
29	Лунар-Орбитер-2, США	6.11. 1966 г.	390	Фотосъемка районов Луны для выбора мест посадки ЛК	10.11.1966 г. стал ИСЛ, передал 210 снимков. Выбраны 13 посадочных площадок для ЛК
30	Луна-13, СССР	21.12. 1966 г.	1630	Мягкая посадка, фотосъемка поверхности и изучение грунта	24.12.1966 г. мягкая посадка в Океане Бурь. Переданы панорамы Луны и исследован грунт
31	Лунар-Орбитер-3, США	5.02. 1967 г.	385	Уточнение мест посадки ЛК и изучение окололунного пространства	8.02.1967 г. стал ИСЛ, передал 172 снимка. Выбраны 8 посадочных площадок для КК "Аполлон"
32	Космос-146 ("Зонд"), СССР	11.03. 1967 г.	5017	Отработка систем КК "Зонд" при облете Луны	Выполнил комплекс испытаний, стал ИСС
33	Сервейор-3, США	17.04. 1967 г.	1035	Мягкая посадка, фотосъемка и изучение грунта	20.04.1967 г. посадка в Океане Бурь. Передал 6 тыс. снимков и исследовал образцы лунных пород
34	Лунар-Орбитер-4, США	4.05. 1967 г.	390	Фотосъемка всей поверхности Луны и комплекс окололунных исследований	8.05.1967 г. стал ИСЛ. Передал 174 снимка, охватывающих 98% поверхности Луны
35	Сервейор-4, США	14.07. 1967 г.	1039	Мягкая посадка, фотосъемка и изучение грунта	17.07.1967 г. связь прервалась и КА упал в Заливе Центральном
36	Эксплорер-35, США	19.07. 1967 г.	104	Изучение окололунного пространства	22.07.1967 г. стал ИСЛ. Выполнил комплекс исследований

№ п/п	Название КА, страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Назначение и программа исследований	Результаты полета
37	Лунар-Ор-битер-5, США	1.08.1967 г.	395	Фотосъемка районов Луны для выбора мест посадок ЛК	5.08.1967 г. стал ИСЛ, передал 213 снимков. Отобрано 5 площадок для посадок КК "Аполлон"
38	Сервейор-5, США	8.09.1967 г.	1005	Мягкая посадка, фотосъемка и изучение грунта	11.09.1967 г. мягкая посадка в Море Спокойствия. Передал 19 тыс. снимков и впервые исследовал химический состав грунта
39	Сервейор-6, США	7.11.1967 г.	1008	То же	10.11.1967 г. мягкая посадка в Заливе Центральном. Передал 30 тыс. снимков и исследовал грунт
40	Сервейор-7, США	7.01.1968 г.	1040	То же	10.01.1968 г. мягкая посадка около кратера Тихо. Передал 21 тыс. снимков и исследовал грунт
41	Зонд-4, СССР	2.03.1968 г.	5057	Отработка систем КК при облете Луны, возвращение СА на Землю	5.03.1968 г. облетел Луну и провел съемку. 8.03.1968 г. при посадке на Землю разбился
42	Луна-14, СССР	7.04.1968 г.	1700	Комплекс исследований с орбиты ИСЛ	11.04.1968 г. стал ИСЛ. Исследовал гравитационное поле Луны
43	Зонд-5, СССР	15.09.1968 г.	5073	Отработка систем КК на трассе Земля-Луна-Земля в автоматическом режиме	18.09.1968 г. облетел Луну и выполнил съемку. Из-за неправильной работы системы ориентации, СА 21.09.1968 г. приводрнился в Индийском океане
44	Зонд-6, СССР	10.11.1968 г.	5250	То же	14.11.1968 г. облетел Луну и выполнил съемку. СА с материалами возвратился на Землю 17.11.1968 г.
45	Аполлон-8, США	21.12.1968 г.	28 940	Отработка систем КК с экипажем на орбите ИСЛ	Впервые выполнен пилотируемый полет к Луне. 24.12.1968 г. КК стал ИСЛ, экипаж Борман, Ловелл и Андерс выполнил исследования и 27.12.1968 г. возвратился на Землю
46	Аполлон-10, США	18.05.1969 г.	42990 (ЛК – 14020)	Отработка систем мягкой посадки ЛК, полет к Луне КК с экипажем	21–23.05.1969 г. КК с экипажем Стаффорд, Сернан и Янг провели испытания ЛК на орбите ИСЛ и 26.05.1969 г. возвратились на Землю

№ п/п	Название КА, страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Назначение и программа исследований	Результаты полета
47	Луна-15, СССР	13.07.1969 г.	5700	Отработка систем мягкой посадки, взятие проб грунта и возвращение их на Землю	17.07.1969 г. стала ИСЛ. 27.07.1969 г. при посадке на Луну разбилась
48	Аполлон-11, США	16.07.1969 г.	43861 (ЛК – 15075)	Мягкая посадка ЛК с экипажем, установка на Луне приборов, сбор грунта и возвращение КК на Землю	21.07.1969 г. впервые проведена высадка экипажа на Луну в Море Спокойствия. Армстронг и Олдрин собрали 21 кг образцов грунта, провели исследования (Коллинз на орбите ИСЛ) и 24.07.1969 г. возвратились на Землю
49	Зонд-7, СССР	8.08.1969 г.	5495	Полет КК в автоматическом режиме по трассе Земля–Луна–Земля	11.08.1969 г. КК облетел Луну, выполнил фотосъемку и комплекс исследований. 14.08.1969 г. СА совершил посадку на Землю
50	Аполлон-12, США	14.11.1969 г.	44540 (ЛК – 15740)	Мягкая посадка ЛК с экипажем, проведение комплекса исследований и возвращение на Землю	19.11.1969 г. ЛК с экипажем (Конрад и Бин) произвел посадку в Океане Бурь. Собрано 34 кг грунта и установлен комплект научной аппаратуры, выполнены исследования (Гордон с орбиты ИСЛ). 24.11.1969 г. экипаж возвратился на Землю
51	Аполлон-13, США	11.04.1970 г.	44128 (ЛК – 15190)	То же	В результате аварии, 14.04.1970 г. экипаж КК (Ловелл, Суиджерт и Хейс) облетел Луну и 17.04.1970 г. возвратился на Землю
52	Луна-16, СССР	12.09.1970 г.	5727	Мягкая посадка, взятие проб грунта и возвращение их на Землю	20.09.1970 г. мягкая посадка в Море Изобилия. Проведено бурение и взяты образцы грунта. 24.09.1970 г. доставила грунт на Землю
53	Зонд-8, СССР	20.09.1970 г.	5350	Полет КК в автоматическом режиме по трассе Земля–Луна–Земля	24.09.1970 г. КК облетел Луну, провел фотосъемку и исследования. 27.09.1970 г. СА приводинлся в Индийском океане
54	Луна-17, СССР	10.11.1970 г.	5675	Мягкая посадка и доставка самоходного аппарата "Луноход-1"	17.11.1970 г. мягкая посадка в Море Дождей. Впервые доставлен самоходный аппарат на Луну

№ п/п	Название КА, страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Назначение и программа исследований	Результаты полета
55	Луноход-1, СССР	10.11. 1970 г.	756	Программа изучения и фотосъемка поверхности в течение трех месяцев	За 10,5 месяцев прошел 10,5 км, получил 200 панорам и 20 тыс. снимков. Выполнен комплекс научных исследований
56	Аполлон-14, США	31.01. 1971 г.	44506 (ЛК – 15277)	Мягкая посадка ЛК с экипажем, выполнение исследований и возвращение на Землю	5.02.1971 г. ЛК с экипажем (Шепард и Митчелл) произвел посадку в Океане Бурь. За 33 ч собрано 43 кг грунта, установлен комплект приборов, проведены фотосъемка и исследования (Руса с орбиты ИСЛ). 9.02.1971 г. возвратились на Землю
57	Аполлон-15, США	26.07. 1971 г.	46740 (ЛК – 16400)	То же	30.07.1971 г. ЛК с экипажем (Скотт и Ирвин) произвел посадку в горах Апеннины. За 67 ч собрано 77 кг грунта, установлены приборы, проведены съемка и исследования (Уорден с орбиты ИСЛ). 7.08.1971 г. экипаж возвратился на Землю
58	Лунар ровер-1, США	26.07. 1971 г.	265	Луноход для поездок астронавтов в районе посадки ЛК	С 30.07 по 2.08.1971 г. Скотт и Ирвин проехали 28 км и обследовали район Борозды Хэдли
59	Малый спутник КК "Аполлон-15", США	4.08. 1971 г.	36	ИСЛ для изучения окололунного пространства	Сброшен с КК на орбите ИСЛ, провел исследования гравитационного и магнитного полей
60	Луна-18, СССР	2.09. 1971 г.	5680	Мягкая посадка, взятие проб грунта и возвращение на Землю	11.09.1971 г. при посадке в районе Моря Изобилия потерпела аварию
61	Луна-19, СССР	28.09. 1971 г.	5610	Изучение Луны и окололунного пространства с орбиты ИСЛ	3.10.1971 г. вышла на круговую орбиту ИСЛ. Передала фотоснимки и выполнила исследования
62	Луна-20, СССР	14.02. 1972 г.	5695	Мягкая посадка, взятие проб грунта и возвращение их на Землю	21.02.1972 г. мягкая посадка между Морями Изобилия и Кризисов. Проведено бурение и взяты образцы грунта. 25.02.1972 г. СА доставил грунт на Землю

№ п/п	Название КА, страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Назначение и программа исследований	Результаты полета
63	Аполлон-16, США	16.04. 1972 г.	46460 (ЛК – 16113)	Мягкая посадка ЛК с экипажем, выполнение исследований и возвращение на Землю	21.04.1972 г. ЛК с экипажем (Янг и Дьюк) произвел посадку около кратера Декарт. За 71 ч собрано 97 кг грунта, совершено восхождение на гору, установлены приборы и проведены исследования (Маттингли с орбиты ИСЛ). 27.04.1972 г. экипаж возвратился на Землю
64	Лунар ровер-2, США	16.04. 1972 г.	268	Луноход для поездки астронавтов в районе посадки ЛК	С 21 по 24.04.1972 г. Янг и Дьюк проехали 25 км и обследовали кратеры около горы Стоун
65	Малый спутник КК "Аполлон-16", США	24.04. 1972 г.	36	ИСЛ для изучения Луны и окололунного пространства	Сброшен с КК на орбите ИСЛ, провел изучение магнитного и гравитационного полей
66	Аполлон-17, США	7.12. 1972 г.	46644 (ЛК – 16268)	Мягкая посадка ЛК с экипажем, выполнение исследований и возвращение на Землю	12.12.1972 г. ЛК с экипажем (Сернан и Шмитт) произвел посадку около хребта Тавр у кратера Литтров. За 75 ч собрано 113 кг грунта (с глубины до 3 м), установлены приборы и проведены исследования (Эванс с орбиты ИСЛ). 19.12.1972 г. экипаж возвратился на Землю
67	Лунар ровер-3, США	7.12. 1972 г.	270	Луноход для поездки астронавтов в районе посадки ЛК	С 12 по 15.12.1972 г. Сернан и Шмитт проехали 36 км и обследовали горный район Тавр
68	Луна-21, СССР	8.01. 1973 г.	5730	Мягкая посадка и доставка самоходного аппарата "Луноход-2"	16.01.1973 г. мягкая посадка на востоке Моря Ясности внутри кратера Лемонье
69	Луноход-2, СССР	8.01. 1973 г.	840	Программа изучения и фотосъемка поверхности	За три месяца прошел 37 км и передал 10 тыс. фотоснимков. Выполнен комплекс исследований
70	Эксплорер-49, США	10.06. 1973 г.	334	Радиоастрономические исследования с орбиты ИСЛ	15.06.1973 г. стал ИСЛ и выполнил программу изучения радиосточников
71	Луна-22, СССР	29.05. 1974 г.	5610	Изучение Луны и окололунного пространства с орбиты ИСЛ	2.06.1974 г. стал ИСЛ. Передал фотоснимки и выполнил комплекс исследований Луны

№ п/п	Название КА, страна	Дата запуска	Масса КА, кг	Назначение и программа исследований	Результаты полета
72	Луна-23, СССР	28.10.1974 г.	5690	Мягкая посадка, взятие проб грунта и возвращение на Землю	6.11.1974 г. мягкая посадка на юге Моря Кризисов. Авария грунтозаборного механизма
73	Луна-24, СССР	9.08.1976 г.	5710	То же	18.08.1976 г. мягкая посадка в Море Кризисов. Проведено взятие образцов грунта с глубины 2 м. 22.08.1976 г. СА возвратился на Землю
74	Хитен, Япония	24.01.1990 г.	193 (Хагоромо – 11)	Изучение Луны с орбиты ИСЛ основным КА и субспутником	18.03.1990 г. стал ИСЛ. Выполнил научные исследования и 15.02.1992 г. сбросил субспутник "Хагоромо"
75	Клементина, США	19.01.1994 г.	423	Изучение Луны и окололунного пространства	19.02.1994 г. стал ИСЛ. Выполнил радиолокацию южного полюса, изучил гравитационное поле и передал 2 млн фотоснимков всей поверхности Луны
76	Лунар Проспектор, США	7.01.1998 г.	295	Изучение Луны с полярной орбиты ИСЛ	11.01.1998 г. стал ИСЛ. Выполнил комплексную программу исследований

К 1998 г. по советской и американской лунной программам осуществлено соответственно 62 и 64 запусков, в том числе 33 и 47 успешных. Один КА "Hiten" ("Muses A") запущен Японией, причем на орбите ИСЛ от него отделился субспутник "Нагоромо" для изучения гравитационного поля Луны.

Космическими агентствами предложены планы продолжения лунных исследований. В 2000-02 гг. США и ESA предполагают запустить луноходы. Япония на

1999 г. перенесла старт КА "Lunar A", несущий пенетраторы для изучения сейсмичности и тепловыделения из недр Луны, а в 2003 г. – полярного спутника Луны с целью глобальных съемок поверхности. В НПО им. С.А. Лавочкина разрабатывается проект "Селена" – в составе КА, выполняющего исследования с орбиты ИСЛ, есть пенетраторы, предназначенные для зондирования участков лунной поверхности.

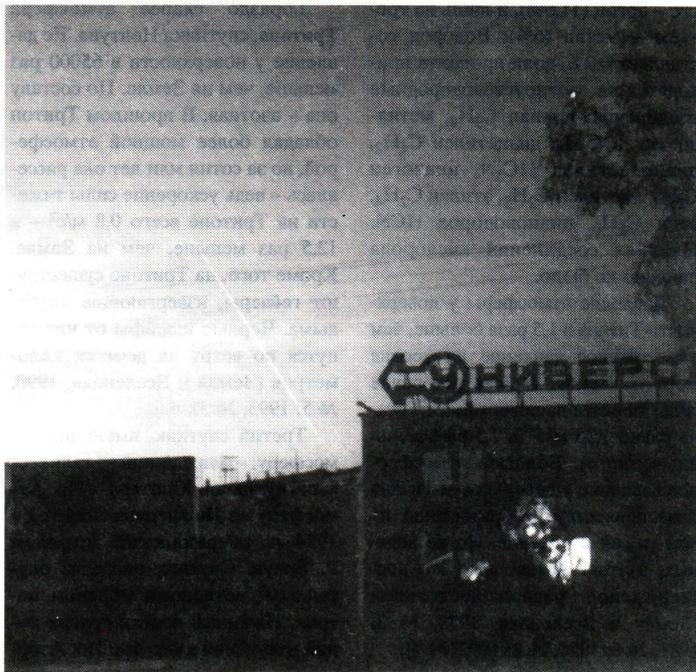
А.Л. АСТРОВ

Уважаемые коллеги!

Уверен, Вас заинтересует фотография, полученная в ходе летних наблюдений серебристых облаков. Такие наблюдения проводятся на Обсерватории Северо-Казахстанского Университета по просьбе Астрофизического института Академии наук Казахстана.

На одном из снимков удалось запечатлеть не только обширное поле серебристых облаков, но и пролет яркого болида на их фоне. Такое совпадение на одной фотографии – достаточно редкость!

Время пролета болида – 5 июня 1997 г., 17 час 56 мин UT. Длительность явления – 1–2 с. Движение медленное. Оценка блеска – -8^m – -9^m . Во время пролета были заметны искры и след. Цвет головы – огненно-красный, форма – каплевидная.



По фотографии выполнена привязка траектории болида:

Явление	Возгорание
	Угасание
Азимут астрономический	206,6° 213,6
Высота	16,5° 6,1

Из этих данных следует, что угасание болида в зените произошло над территорией

Пролет болида, сфотографированный из Петропавловска, Казахстан.

Тюменской области, несколько восточнее Тобольска.

А.А. СОЛОДОВНИК

Доцент кафедры физики

642000 Казахстан, Петропавловск,

Пушкина 86, Университет, Obser-

ватория

Ответы на письма читателей

Атмосферы спутников планет

Читатель В.В. Романец (пос. Краснокутск, Харьковская обл., Украина) просит рассказать об атмосферах Титана, Тритона и других спутников планет. На вопрос

читателя отвечает кандидат физико-математических наук Виталий Александрович Бронштэн.

Атмосфера Титана была открыта в 1944 г. американским ас-

троном Джерардом Койпером, хотя еще в 1907 г. испанский астроном Хосе Комас Сола нашел ее признаки при визуальных наблюдениях. Первые же спектральные наблюдения показали присутствие в атмосфере Титана метана (CH_4), но главной ее составляющей оказался, как в нашей атмосфере, азот. По данным фурье-спектрометра американской межпланетной станции "Вояджер-1", на долю азота приходится 82% состава атмосферы Титана, на втором ме-

сте – аргон (11,6%), и лишь на третьем – метан (6%). Водород составляет 0,2%, доли процента приходятся на азотноуглеводородные соединения: пропан C_3H_8 , метилацетилен C_3H_4 , диацетилен C_4H_2 , цианоацетилен HC_3N , цианоген C_2N_2 , ацетилен C_2H_2 , этилен C_2H_4 , этан C_2H_6 , циановодород HCN. Никаких соединений кислорода найдено не было.

Давление атмосферы у поверхности Титана в 1,5 раза больше, чем атмосферное давление на уровне моря на Земле. А ведь ускорение силы тяжести на поверхности Титана равно $1,35 \text{ м/с}^2$ (в 7,3 раза меньше земного). Большое атмосферное давление у поверхности Титана благоприятствует образованию на нем морей и океанов. Но не водяных, а этано-метановых. Это подтверждено радионаблюдениями (Земля и Вселенная, 1979, № 3; 1981, № 6; 1990, № 2; 1992, № 4).

Гораздо слабее атмосфера Тритона, спутника Нептуна. Ее давление у поверхности в 65000 раз меньше, чем на Земле. По составу она – азотная. В прошлом Тритон обладал более мощной атмосферой, но за сотни млн лет она рассеялась – ведь ускорение силы тяжести на Тритоне всего $0,8 \text{ м/с}^2$ – в 12,5 раз меньше, чем на Земле. Кроме того, на Тритоне существуют гейзеры, извергающие клубы дыма. Черные шлейфы от них тянутся по ветру на десятки километров (Земля и Вселенная, 1990, № 5; 1993, № 3).

Третий спутник, имеющий атмосферу, – ближайший из галилеевых спутников Юпитера – Ио. Атмосферу на Ио впервые заметил в 1974 г. американский астроном Р. Браун. Спутник оказался окутанным светящимся облаком натрия. Начались поиски других линий излучения в спектре Ио. Азербайджанские астрономы Н.Б. Ибрагимов и А.А. Атаи с помощью двухметрового рефлектора обнаружили в спектре Ио линии железа, магния и кальция, американец Л. Трэфтон обнаружил калий. Израильские астрономы И.Д. Купо и Ю.И. Мейкляр (выходцы из СССР) нашли в 1976 г. излучение иона серы, располагавшееся в виде тора, окружающего орбиту Ио. Позже были найдены двух- и трехкратные ионы серы и кислорода. Наблюдения с “Вояджеров” подтвердили, что вдоль орбиты Ио располагается плазменный тор, который, между прочим, модулирует дециметровое излучение Юпитера. Источник его – действующие вулканы, которых на Ио уже известно восемь. Вулканическая активность Ио – одна из загадок нашей планетной системы (Земля и Вселенная, 1979, № 5; 1991, № 6).

Дорогие читатели!

Напоминаем, что индекс журнала–70336. Вы сможете найти "Землю и Вселенную" в "Объединенном каталоге" подписных изданий России на 1998 год

Заведующая редакцией Г.В. МАТРОСОВА. Зав. отделом наук о Земле В.А. МАРКИН.

Зав. отделом астрономии В.А. ЮРЕВИЧ.

Зав. отделом космонавтики С.А. ГЕРАСЮТИН. Художественный редактор М.С. ВЬЮШИНА.

Литературные редакторы Е.А. НИКИТИНА, Е.Ю. МОРЕЙНО.

Мл. редактор РЯБЦЕВА Л.В.

Корректоры: В.А. Ермолаева, Л.М. Федорова

Номер оформили: Р.В. Ермакова, Е.Е. Барк, Ю.А. Тюришев

Обложку оформила М.С. Вьюшина

Сдано в набор 6.05.98 Подписано в печать 30.06.98 Формат бумаги 70×100¹/₁₆

Офсетная печать Уч.-изд.л. 11,5 Усл.-печ.л. 7,8 Усл.кр.-отт. 12,0 Бум.л. 3,0

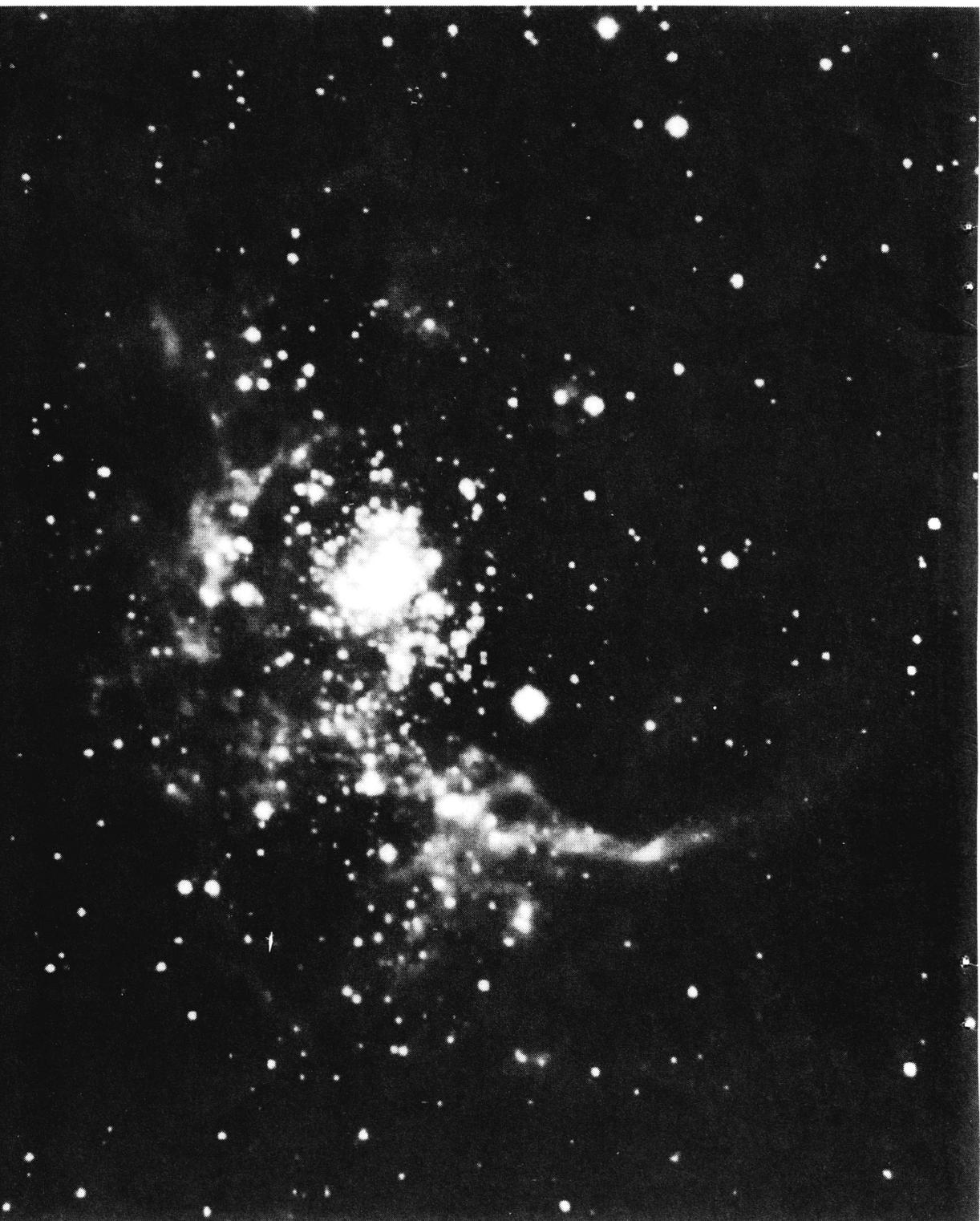
Тираж 1423 экз. Заказ № 3696

Адрес редакции: 117810, ГСП-1, Москва, Мароковский пер., д. 26

Телефоны: 238-42-32, 238-29-66

Отпечатано в типографии "Наука"; 121099 Москва, Г-99, Шубинский пер., 6





"Наука"
Индекс 70336