

ISSN 0044-3948

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

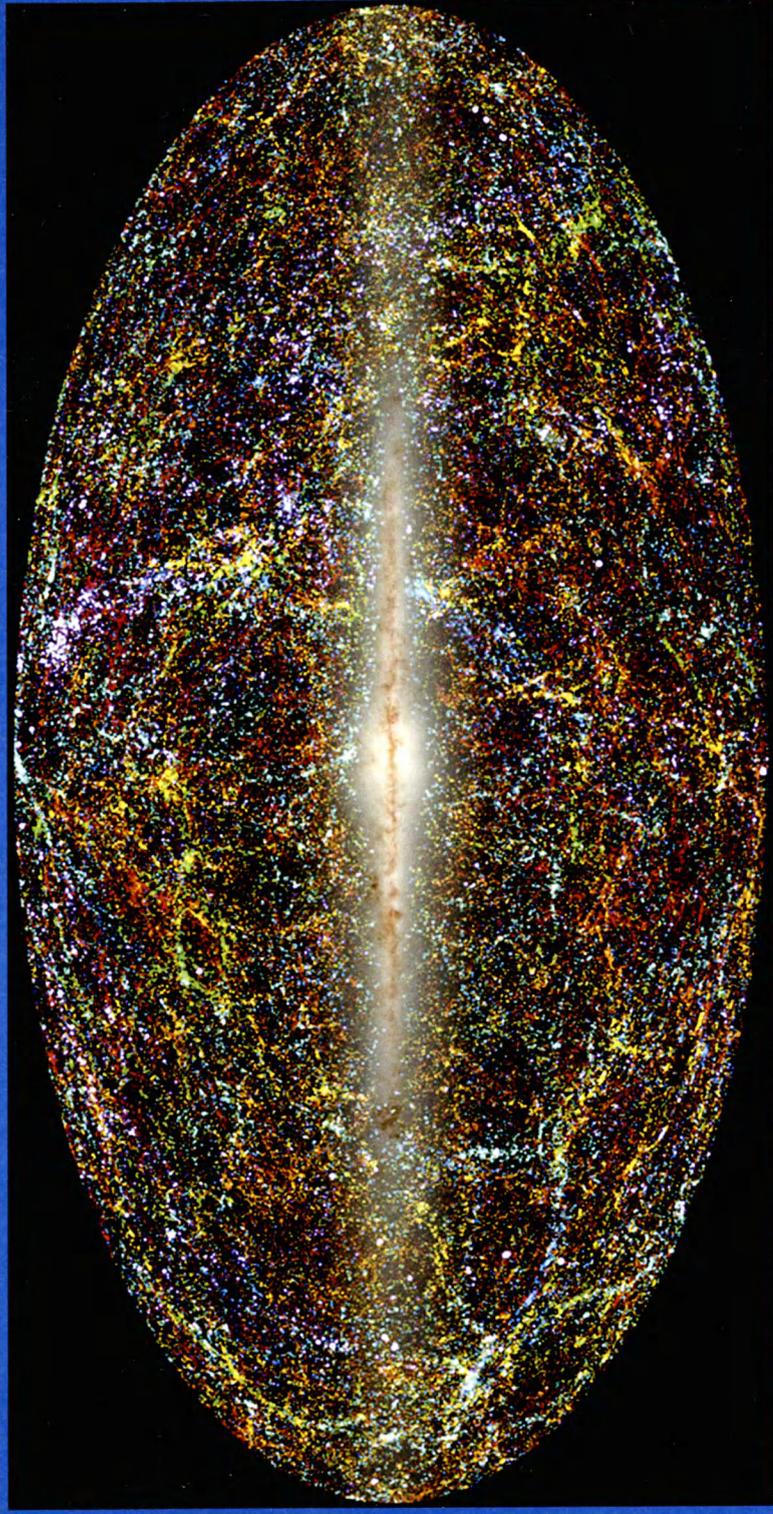
АСТРОНОМИЯ  
КОСМОНАВТИКА  
ГЕОФИЗИКА

ИЮЛЬ—АВГУСТ

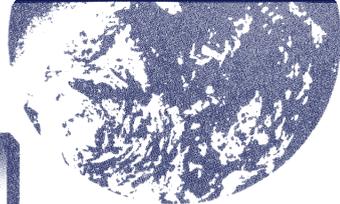
4/2009



“Кеплер” — новый космический  
телескоп (рис. NASA, с. 43)



На панораме почти всей небесной сферы в ИК-диапазоне запечатлено распределение галактик вне Млечного Пути (находится в центре). Цвета условные: синий – самые близкие источники ( $z < 0.01$ ), зеленый – умеренные расстояния ( $0.01 < z < 0.04$ ) и красный – самые отдаленные источники ( $0.04 < z < 0.1$ ). 2008 г. NASA (к статье А.Д. Чернина).



# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

4/2009

Научно-популярный журнал  
Российской академии наук  
Издается под руководством  
Президиума РАН  
Выходит с января 1965 года  
6 раз в год  
“Наука”  
Москва

## Новости науки и другая информация:

Солнце в феврале–марте 2009 г. [13]; “Кассини”: открытие 61-го спутника Сатурна [15]; “Кассини”: новые снимки спутников Сатурна [29]; Деймос: новые фотографии [30]; Запуск космического телескопа “Кеплер” [44]; Резолюция Всероссийской конференции “Астрономия и общество”, посвященной Международному году астрономии (Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 25–27 марта 2009 г.) [45]; “Стардаст”: продолжение полета [61]; “Чанъэ-1”: прекращение полета [63]; Европейский научный спутник “GOCE” [71]; Спутники Сатурна на фоне планеты [78]; Пролет астероидов вблизи Земли [99]; Иран стал девятой космической державой [99]; Температура атмосферы Плутона [102]; Рудоносные гайоты Магеллановых гор [107]; 36-й полет “Дискавери” [109]; Девятнадцатая и двадцатая основные экспедиции на МКС [110].

## В номере:

- 3 ВИБЕ Д.З. Рождение массивных звезд  
16 КОЗЕНКО А.В. Спутники Марса

## ПРОБЛЕМЫ СЕТИ

- 31 РУДНИЦКИЙ Г.М. Полвека поиска сигналов внеземного разума

## ЛЮДИ НАУКИ

- 48 ЧЕРНИН А.Д. Яан Эльмарович Эйнасто (к 80-летию со дня рождения)  
52 ЕРЕМЕЕВА А.И. Василий Григорьевич Фесенков (к 120-летию со дня рождения)  
62 Памяти Дмитрия Ильича Козлова

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 64 ЗАКУТНЯЯ О.В. Семинар в ИКИ РАН

## ИСТОРИЯ НАУКИ

- 72 ПАНОВ В.Ю. Запуски первых АМС к Луне

## АЭРОКОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 79 ПОЛТАВЕЦ Г.А. Аэрокосмическое образование детей и молодежи

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 91 ЧУЛКОВ Д.А. Небесный календарь: сентябрь–октябрь 2009 г.  
100 ШУРПАКОВ С.Э. Комета Лулинь

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 103 МАРКИН В.А. О величии снега, льда, ледников  
108 ПШЕНИЧНЕР Б.Г. “Космический венок малых планет”



© Российская академия наук  
© Редколлегия журнала  
“Земля и Вселенная” (составитель), 2009 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 Science; 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. 3 обложки:** сверху – туманность Розетка (NGC 2237) и рассеянное звездное скопление NGC 2237 в созвездии Единорога (север справа). Снимок получен Н.Ю. Шаморгиным (Москва) 1 января 2009 г. с помощью телескопа-рефрактора Takahashi FSQ-106ED (D = 106 мм, F = 530 мм) и фотоаппарата “Сапоп-5D”; синтезированное изображение из 7 кадров с экспозицией по 10 мин; внизу – комета Лулинь (яркая звезда на снимке –  $\alpha$  Весов). Снимок получен Г.И. Борисовым (пос. Научный Крым, Украина) 6 февраля 2009 г. Самодельный телескоп системы Гамильтона (D = 220 мм, F = 500 мм), изображение, синтезированное из 21 кадра, с экспозицией по 2 мин на ПЗС-матрицу PL 16803 (к статье С.Э. Шурпакова).

**На стр. 4 обложки:** планетарная туманность “Улитка” (NGC 7293) размером 2.5 св. года, расстояние – около 700 св. лет, созвездие Водолея. Снимок сделан 2.2-м телескопом Европейской Южной Обсерватории (Чили). 2008 г. Фото ESO. Это впечатляющее изображение некоторые СМИ назвали “глазом Бога”.

#### **In This Issue:**

- 3 VEEBE D.Z. Birth of Massive Stars
- 16 KOZENKO A.V. Mars’s Satellites

#### **SETI PROBLEMS**

- 31 RUDNITZKIJ G.M. Half of the Century of Search of Signals From Extraterrestrial Intellect

#### **PEOPLE OF SCIENCE**

- 48 CHERNIN A.D. Yaan Elmarovich Ainasto (to the 80<sup>th</sup> Birthday)
- 52 EREMEEVA A.I. Vasilij Grigoryevich Fesenkov (to the 120<sup>th</sup> Birthday)
- 62 To the Memory of Dmitry Ilyich Kozlov

#### **SIMPÓSIA, CONFERENCES, CONGRESSES**

- 64 ZAKOOTNYAYA O.V. Seminar in the Institute of Space Research of the Russian Academy of Science

#### **HISTORY OF SCIENCE**

- 72 PANOV V.Yu. Launches of the First Automatic Interplanet Stations Towards the Moon

#### **AEROSPACE EDUCATION**

- 79 POLTAVETZ G.A. Aerospace Education of Children and Youth

#### **AMATEUR ASTRONOMY**

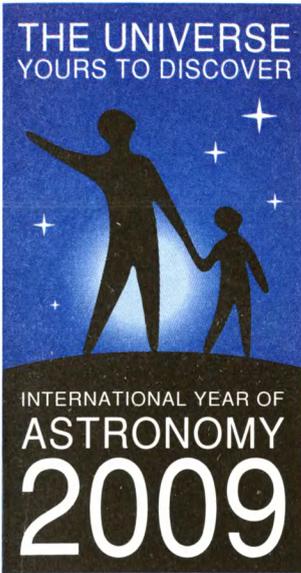
- 91 TCHOULCKOV D.A. Celestial Calendar: September–October 2009
- 100 SHOURPACKOV S.E. Comet Loulin

#### **BOOKS ABOUT EARTH AND SKY**

- 103 MARKIN V.A. About Grandeur of Snow, Ice, Glaciers
- 108 PSHENICHNER B.G. “Space Wreath of the Minor Planets”

#### **Редакционная коллегия**

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



## Рождение массивных звезд

Д. З. ВИБЕ, доктор физико-математических наук  
ИНАСАН

*В мире звезд нет демократии: жизнь звездных систем совершенно бескомпромиссно определяется подавляющим меньшинством – очень немногочисленными, но одновременно и очень энергичными массивными светилами. Именно они поставляют в галактики энергию, нагревают и перемешивают*



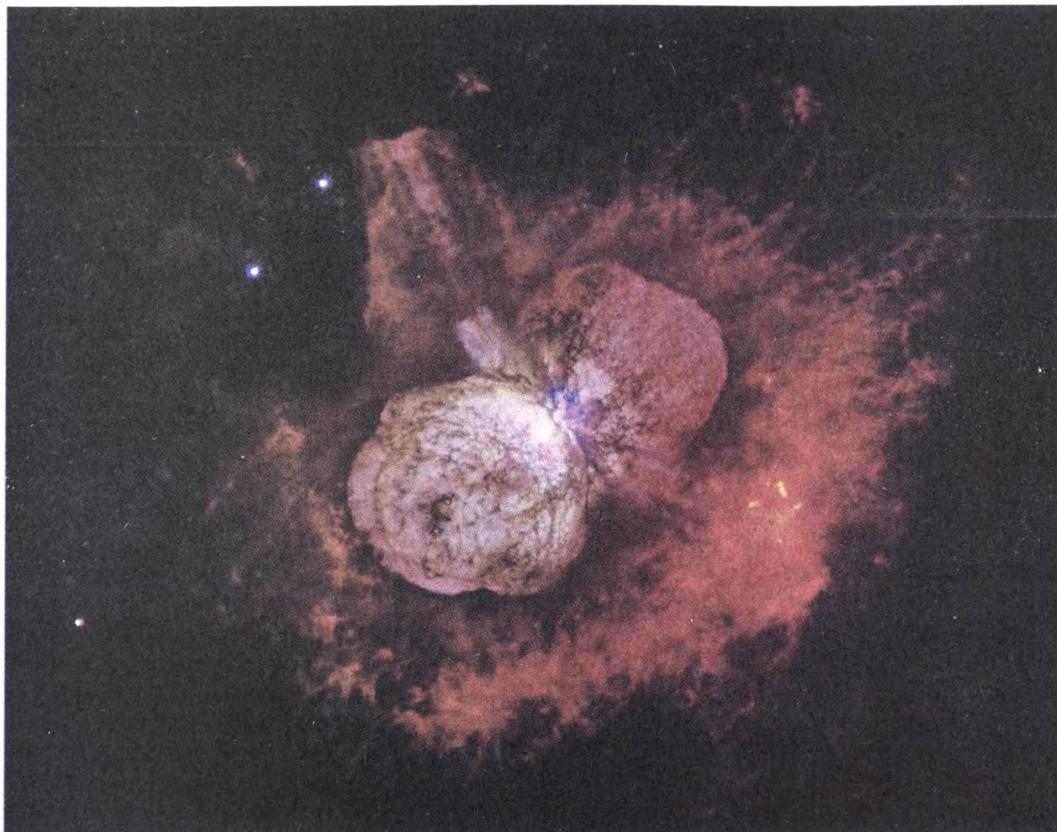
*вают межзвездное вещество, загрязняют или, если угодно, обогащают его тяжелыми элементами... Именно в массивных звездах родилась значительная часть химических элементов, из которых позже образовалась не только сама Земля, но и все обитающие на ней живые существа.*

### ПОДАВЛЯЮЩЕЕ МЕНЬШИНСТВО

Массивные звезды – основной, если не единственный, источник энергии в галактиках, подобных Млечному Пути или Магеллановым Облакам. Их яркий голубой свет очерчивает спиральные ветви и выжигает огромные каверны в молекулярных облаках, превращая их в живописные хитросплетения туннелей и плотных волокон. Мощный ветер и вспышки сверхновых, которыми массивные

звезды заканчивают свой жизненный путь, “накачивают” межзвездную среду тепловой и кинетической энергией, нагревая ее до миллионов кельвинов и возбуждая в ней турбулентные движения. Именно в массивных звездах происходит синтез большинства тяжелых химических элементов – кислорода, магния, кремния и многих других, – которые при вспышках сверхновых выбрасываются в межзвездную среду, чтобы затем войти в состав новых звезд и планетных систем.

Как правило, массивными называют звезды, заканчивающие свою эволюцию вспышкой сверхновой типа II или Ibс, то есть сверхновой с коллапсом ядра. При современном химическом составе это звезды с массой более 8–10  $M_{\odot}$ , на главной последовательности им соответствуют спектральные классы B3V и более ранние. Даже всего лишь десятикратное превосходство над Солнцем по массе уже приводит к колоссальной разнице светимостей: светимость звезды с



массой в  $10 M_{\odot}$  превосходит солнечную в тысячи раз. Для звезд же максимальной массы отношение светимости к солнечной может измеряться сотнями тысяч и миллионами. Теория внутреннего строения звезд предсказывает, что в настоящее время масса звезд составляет примерно  $120\text{--}150 M_{\odot}$ . Это значение согласуется с наблюдениями: именно такую массу имеют наиболее массивные звезды Галактики.

Эффективность в генерации излучения (и вообще в производстве энергии) объясняет роль, которую массивные звезды иг-

рают в жизни галактик. При стандартной начальной функции масс Солпитера (так называется распределение рождающихся звезд по массам, построенное в 1955 г. Юджином Солпитером) на каждую звезду с массой больше  $10 M_{\odot}$  приходится свыше 500 звезд меньших масс, но даже такое численное преимущество не дает превосходства в светимости. За свою яркость массивные звезды расплачиваются небольшим временем жизни – от нескольких миллионов до нескольких десятков миллионов лет. Данный фактор тоже играет свою роль в галактической экологии. Например,

*В центре этого живописного образования скрывается звезда  $\eta$  Киля, относящаяся к классу ярких голубых переменных, одна из самых массивных звезд Галактики (возможно, самая массивная), удаленная от нас на 7500 св. лет. Ее светимость превышает солнечную в 4 млн. раз, масса –  $100\text{--}150 M_{\odot}$ . Снимок сделан в сентябре 1995 г. KTX. NASA/ESA.*

звезда, подобная Солнцу, живет несколько миллиардов лет. За это время она успевает сделать десятки оборотов вокруг галактического центра, полностью теряя связь с “материнской” областью звездообразования. Иное де-



*Туманность Тарантул в Большом Магеллановом Облаке – одна из самых больших областей образования массивных звезд в Местной группе галактик. В ее центре располагается плотное звездное скопление R136 возрастом около 5 млн. лет. Энергия массивных звезд скопления “поистрепала” родительское молекулярное облако. Мозаика из 15 снимков, полученных КТХ, которую в 2004 г. составил астроном-любитель Денни Лакру. ESA/NASA.*

ло – массивная звезда. Из тех нескольких миллионов лет, что ей суждено прожить, значительную часть времени она проводит в том самом газопылевом облаке, из которого сфор-

мировалась. Соответственно, ее энергетическому воздействию подвержен значительный объем молекулярного газа. Уплотняя этот газ излучением, звездным ветром, а потом и сброшенной при вспышке сверхновой оболочкой, массивное светило делает его гравитационно неустойчивым, тем самым провоцируя рождение следующих поколений звезд. С другой стороны, часть молекулярного облака рассеивается энергией массивных звезд, временно выходя из цикла звездообразования. Таким образом, благодаря массивным светилам рождение звезд в спиральных

и неправильных галактиках отчасти происходит в самоподдерживающемся режиме.

#### БИМОДАЛЬНОЕ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ

К сожалению, процессы, ведущие к формированию массивных звезд, остаются пока загадкой. В значительной степени это связано с уже упоминавшейся малочисленностью массивных звезд: слишком мала вероятность того, что хотя бы одна из них окажется в окрестностях Солнца (впрочем, с точки зрения сохранности жизни на Земле это не так уж плохо). Ближайшая об-

ласть рождения массивных звезд удалена от нас примерно на 1300 св. лет, это известное молекулярное облако в Орионе. Однако в нем процесс звездообразования принял уже довольно “зрелые” формы, поэтому для изучения собственно рождения массивных звезд Орион не очень подходит. Те же области, в которых есть шанс изучить непосредственно сам процесс, удалены от нас на килопарсеки. В результате сценарий образования массивных звезд настолько неясен, что пока не удастся четко сказать, существует ли эта загадка вообще, то есть имеет ли смысл формулировать две самостоятельные задачи: определить, как формируются маломассивные звезды и как – массивные звезды.

Это разделение задач известно под названием *бимодальности звездообразования*. Суть его состоит в следующем. Звезда образуется в сгустке межзвездного вещества, который по каким-то причинам потерял гравитационную устойчивость. Сжатие вещества под воздействием самогравитации приводит к его разогреву. Когда температура в центре сгустка достигает нескольких миллионов кельвинов, в нем загораются термоядерные реакции – рождается звезда. Модели эволюции массивных протозвезд, построенные в 1970-е гг., продемонстрировали, что процесс аккумуляции массы не может продолжаться безгранично. Начиная с некоторого момента включается саморегуляция:

светимость разгорающейся протозвезды возрастает настолько, что давление излучения останавливает дальнейшую аккрецию вещества. По полученным оценкам, максимальная масса звезды, образующейся путем аккреции газа на затравочное ядро, так сказать “обычным способом”, составляет 20–40  $M_{\odot}$ . Между тем наблюдения свидетельствовали, что как в нашей Галактике, так и за ее пределами встречаются существенно более массивные звезды. Отсюда и возникло предположение о том, что звездообразование бимодально, или двухрежимно: за образование массивных и маломассивных звезд отвечают различные процессы. При этом на различие в режимах указывают и характеристики областей звездообразования. Если маломассивные звезды способны образовываться в относительной изоляции друг от друга, то массивные звезды всегда группируются в тесные скопления, которые затем, на чуть более позднем эволюционном этапе, наблюдаются как ОВ-ассоциации. Эта разница привела к предположению, что накопление протозвездами “сверхкритической” массы каким-то образом связано именно с теснотой, в которой они образуются.

КОНКУРЕНЦИЯ  
И ПОГЛОЩЕНИЕ

Сейчас предложено два сценария, связывающих формирование массивных

протозвезд с их принадлежностью к тесным газозвездным скоплениям: *конкурентная аккреция и слияния*. В обоих случаях эволюция протоскопления начинается с распадом родительского молекулярного облака на обычные маломассивные ядра. Эта фрагментация может быть связана, например, с турбулентными флуктуациями плотности, в которых нарушается условие гравитационной устойчивости (критерий Джинса). На этом этапе протоскопление отличается от области образования маломассивных звезд лишь более высокой плотностью газа и более высокой пространственной концентрацией протозвездных ядер. Однако дальнейшая эволюция проходит иначе. В тесном окружении скопления важную роль играют эффекты взаимодействия протозвезд с окружающим газом и друг с другом.

Двигаясь через плотное вещество родительского облака, протозвезда получает возможность аккрецировать не только “собственный” газ, входивший в состав исходного дозвездного сгустка, но также газ, который изначально не был связан с протозвездой, а затем в процессе взаимного движения попал в область ее гравитационного действия. Такая аккреция известна под названием *аккреции Бонди – Хойла*. Скорость ее тем выше, чем больше масса протозвезды. Поэтому наиболее массивные протозвезды, аккрецируя много газа, стано-



*Ближайшее к Солнцу скопление массивных звезд, Трапеция, расположено на расстоянии 1320 св. лет в Большой Туманности Ориона. Его центральная фигура состоит из нескольких O- и B-звезд с массами 15–35  $M_{\odot}$ . Изображение получено в 1998 г. КТХ. Фото NASA.*

вятся еще массивнее, а менее массивным прото-звездам из-за этого не хватает вещества для ро-

ста. Эта модель известна как модель конкурентной аккреции (competitive accretion). Заимствованное из экономики название связано с тем, что в конкурентной аккреции “реализуется” капиталистический принцип “деньги к деньгам”. Крупные прото-звезды становятся еще крупнее, а небольшим прото-звездам остаются лишь крохи с их стола. В целом, наиболее массивными

оказываются прото-звезды, которые сформировались раньше других, найдутся близко к центру родительского облака и родились более массивными, чем другие. Сочетание всех трех факторов маловероятно, и именно поэтому сверхмассивные звезды столь редки.

Идея конкурентной аккреции родилась еще в начале 80-х гг. XX в., а ее первое трехмерное моде-

лирование было представлено в 1997 г. Иеном Боннеллом из кембриджского Института астрономии (Великобритания) и его коллегами. Эти и последующие расчеты показали, что в небольшом звездном скоплении максимальный рост массы действительно приходится на одну-две протозвезды. Позже модели Боннелла и его соавторов подверглись критике на том основании, что в них не была должным образом учтена турбулентность в родительском облаке, из-за которой скорости относительного движения протозвезд и газа оказываются настолько велики, что сильно снижается эффективность аккреции Бонди – Хойла. Подобное возражение может быть не столь критичным, если в родительском облаке помимо сжатия отдельных протозвездных фрагментов происходит еще и глобальный коллапс, восстанавливающий запасы газа в центральной части облака, где и находится растущее протоскопление.

Другое возражение против модели конкурентной аккреции как основного механизма образования массивных звезд связано с тем, что в упомянутых расчетах не учитывалось излучение протозвезд. Если же включить его в рассмотрение, то окажется, что модели с аккрецией Бонди – Хойла сталкиваются с той же проблемой, что и прежние модели обычной сферической аккреции: даже давление набегающего газа не в со-

стоянии противодействовать давлению излучения. В 2004 г. английские ученые Ричард Эдгар и Кэти Кларк показали, что в случае конкурентной аккреции собственное излучение протозвезды не дает ее массе вырасти выше десяти солнечных масс.

Получилось, что картина массивных зародышей, которые жадно стягивают на себя межзвездное вещество и вырастают до чудовищных размеров, лишая пропитания менее удачливых собратьев, хоть и красочна, но недостаточно реалистична. Нужно отметить, что у нее есть и более жесткий вариант, согласно которому формирование массивных и особенно сверхмассивных звезд происходит не только за счет нагребания вещества молекулярного облака, но и за счет поглощения протозвездами друг друга. Правда, этот процесс становится эффективным лишь при очень высокой концентрации протозвезд – порядка 100 млн. на кубический парсек, то есть примерно на четыре порядка больше реально наблюдаемых концентраций, так что в настоящее время в Галактике он вряд ли происходит часто. С другой стороны, он мог играть значительную роль в молодых шаровых скоплениях – именно как механизм формирования “обычных” массивных звезд, а не “голубых бродяг”.

Преимущество механизма конкурентной аккреции и механизма слияния состоит в том, что начальные условия звездообра-

зования для маломассивных и массивных звезд не отличаются. Исходно в обоих случаях родительское облако распадается на отдельные ядра с массой 0.1–0.5  $M_{\odot}$ . Затем в каких-то случаях (например, менее плотное родительское облако) эти ядра эволюционируют изолированно, в других же случаях (например, более плотное родительское облако) происходит иерархическое накопление вещества, которое объясняет распределение звезд по массам: чем больше масса звезд, тем реже они встречаются.

У обоих механизмов есть и существенный общий недостаток. Они предполагают, что массивная протозвезда накапливает вещество в хаотическом режиме. Это, вроде бы, должно препятствовать образованию в ее окрестностях каких-либо регулярных структур, напоподобие дисков и молекулярных истечений. В реальности же они наблюдаются, хотя далеко не так часто, как в случае маломассивных протозвезд и молодых звезд. Приходится заново рассмотреть более экономичное представление, согласно которому образование звезд разных масс происходит в целом по одному и тому же сценарию.

#### СФЕРИЧЕСКАЯ И ДИСКОВАЯ АККРЕЦИЯ

Единство сценариев предполагает, что нужно как-то решать проблему давления излучения. Возможное решение рассмотрели в 2002 г. немецкие

ученые Х. Йорк и К. Зоннхальтер. Они предположили, что накопить достаточно много вещества на протозвезде можно, если аккреция происходит не сферически симметрично, а через диск, подобный дискам, которые в изобилии наблюдаются в молодых звездных объектах малых масс. Плотный диск, или тор, окружающий протозвезду или молодую звезду, затеняет ее излучение, в результате чего оно распространяется не в равной степени во все стороны, а преимущественно вдоль оси вращения системы (Йорк и Зоннхальтер назвали это *эффектом фонарика*). В этих же направлениях в основном происходит и радиационное отталкивание, а в экваториальной плоскости вещество продолжает падать на звезду. Но и этот механизм оказался неидеален: чтобы обеспечить высокий темп накопления массы, диск и сам должен быть довольно массивным, а массивные диски гравитационно неустойчивы... Если диск фрагментирует, то в результате эволюции такой системы мы получим не массивную звезду, а, скорее, кратную систему из нескольких звезд умеренных масс.

В итоге среди сценариев образования массивных звезд, активно рассматриваемых в наше время, одно из лидирующих положений занимает опять-таки *сферическая аккреция!* Разумеется, для преодоления трудностей модель пришлось дополнить новыми ингредиентами. Во-

первых, в принципе заглушить радиационное отталкивание можно даже в одномерном случае (то есть не рассматривая диск и тень от него) – достаточно просто увеличить темп аккреции. Если на звезду падает очень много вещества (численное выражение для формулировки “очень много” зависит от конкретной ситуации), то такая аккреция способна не только противостоять давлению излучения, но и подавить последующее образование вокруг молодой звезды зоны ионизованного водорода (о чем будет сказано чуть ниже). Во-вторых – и это, вероятно, одно из наиболее перспективных направлений, – решить задачу позволяет переход к полному трехмерному рассмотрению.

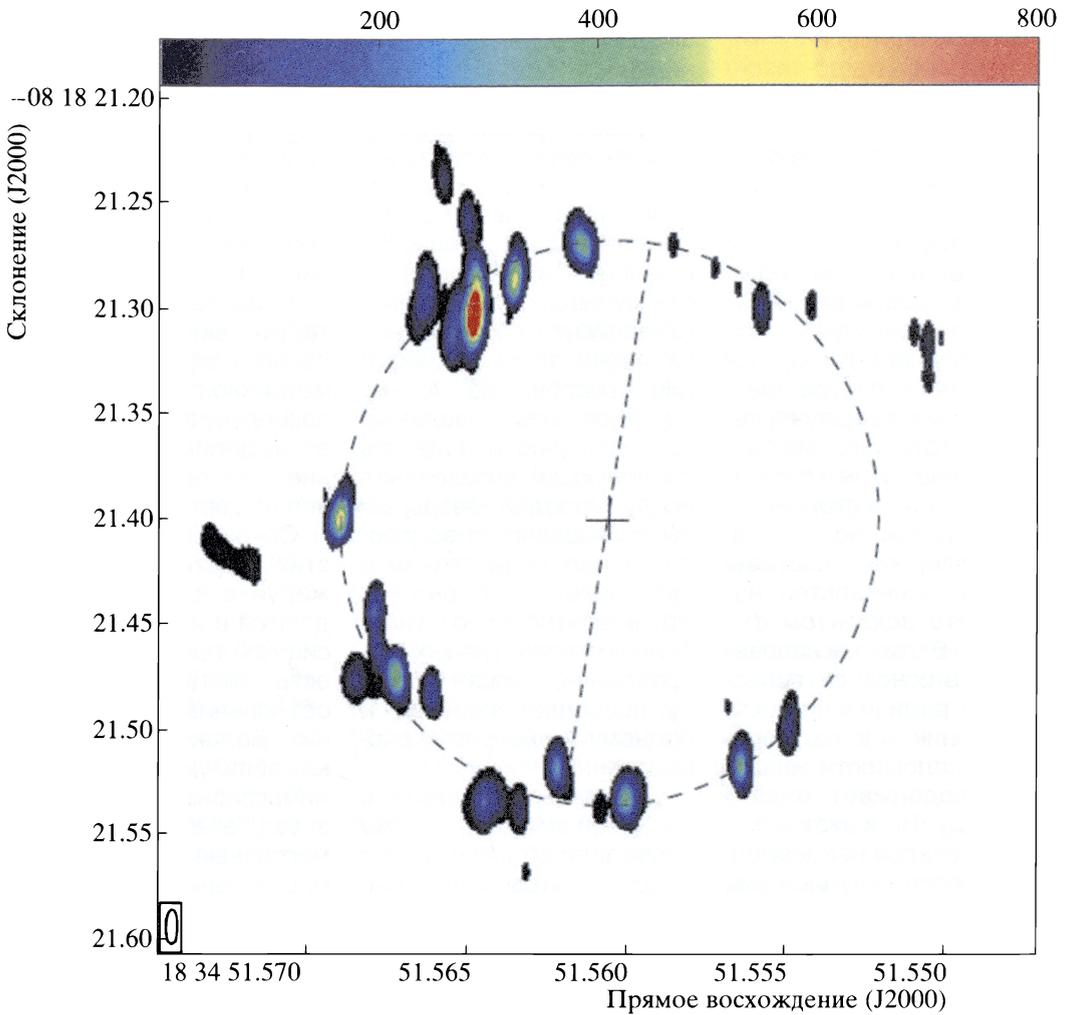
Двумерные модели – с дисковой аккрецией – уже позволили объяснить рост массы протозвезды примерно до  $40 M_{\odot}$ . Однако в трехмерных моделях возможно образование более сложных структур, которые позволяют сдвинуть баланс между давлением излучения и падением вещества в сторону еще больших масс. Ключевую роль в этих моделях, разработкой которых активно занимаются М. Крумгольц из Калифорнийского университета (США) и его коллеги, играет неустойчивость, подобная *неустойчивости Релея – Тейлора* (она возникает, например, когда в гравитационном поле слой более плотной жидкости располагается над слоем менее плотной жидкости). Она разбивает

слой падающего на звезду вещества, разделяя его на многочисленные волокна и пустоты. Через пустоты (“пузыри”) излучение свободно уходит от звезды, а вещество падает на нее через волокна и более сложные структуры, возникающие в результате неустойчивости. Конечно, такую аккрецию можно назвать сферически симметричной лишь условно, поскольку в ней отсутствует выделенное направление или плоскость падения вещества.

Основной недостаток этих моделей состоит, пожалуй, в том, что они нуждаются в изначально массивных протозвездах, то есть заставляют искать объяснение, почему в одних молекулярных облаках образуются только маломассивные зародыши звезд, а в других еще и массивные и даже сверхмассивные.

#### БЛИЖЕ К РЕАЛЬНОСТИ

Итак, теоретические сценарии образования массивных звезд разработаны достаточно подробно, но что говорят наблюдения? К сожалению, пока информация об областях образования массивных звезд и о происходящих там процессах довольно фрагментарна в отличие от сведений об образовании маломассивных звезд. В последнем случае картина в общих чертах понятна, и практически к каждому этапу теоретического сценария относится тот или иной класс реальных объектов. Образование мало-



Индикаторами ранних этапов развития будущей массивной звезды считаются мазеры метанола. На карте окрестностей протозвезды G23.657-0.127 показано, что мазерные пятна окружили протозвезду (не видна) правильным кольцом (распределение вещества в окрестностях звезды также симметричное). На верхней шкале – яркость мазерных пятен в Янскихх  $\times \text{mJy}^{-1}$  (внесистемная единица плотности потока излучения). Взято из журнала "Astronomy & Astrophysics", 442, L61 – L64 (2005).

массивной звезды начинается с дозвездного ядра – плотного холодного сгустка в молекулярном облаке, излучающего в субмиллиметровом диапазоне. Затем в центре дозвездного ядра появляется компактный горячий объект, наблюдаемый как точечный источник инфракрасного излучения. Этот объект постепенно очищает окружающее пространство от остатков протозвездного вещества, что

детектируется как изменение соотношения между светимостями объекта в субмиллиметровом и инфракрасном диапазонах. Наконец, поглощающее вещество почти полностью рассеивается, и перед нами предстает молодое маломассивное светило – звезда типа Т Тельца с околозвездным диском.

Для массивных звезд подобное сопоставление между теорией и наблюдениями пока провести не

Зона ионизованного водорода RCW120 порождена ультрафиолетовым излучением массивной горячей звезды из созвездия Скорпиона, удаленной от нас на 4600 св. лет. Ионизованная область (оранжевый цвет) расширяется и уплотняет окружающий холодный молекулярный газ (голубой), образуя в нем новые поколения звезд. Комбинация изображений, полученных в линии  $H_{\alpha}$  и субмиллиметровом диапазоне. Фото ESO.



удается. В частности, до сих пор неясно, что именно следует считать аналогами маломассивных дозвездных ядер, хотя предложены перспективные кандидаты. Вероятно, массивные протозвездные сгустки начинают свой эволюционный путь как инфракрасные темные облака, впервые замеченные с помощью космической обсерватории “ISO” в виде темных силуэтов на галактическом инфракрасном фоне. Они холодные (температуры порядка 10–20 К) и плотные (с концентрацией  $10^4 \text{ см}^{-3}$  и более), как дозвездные ядра, но одновременно существенно более массивны, как подобает предшественникам массивных звезд. Но при этом в спектрах дозвездных ядер повсеместно обнаруживаются признаки падения вещества к центру, что считается важным доводом в пользу их предстоящего превращения в звезды. В инфракрасных темных облаках подобные признаки пока не наблюдаются.

Представителем следующего эволюционного эта-

па в жизни массивной протозвезды могут, вероятно, считаться горячие молекулярные ядра – мощные источники инфракрасного излучения, окруженные газом с очень богатым химическим составом. Предполагается, что на этом этапе молодые массивные звезды начинают нагревать газ вокруг себя, испаряя молекулярные мантии пылинок и обогащая газ сложными химическими соединениями, которые были синтезированы в ледяных мантиях пылевых частиц. Исследованиями таких ядер активно занимаются и российские астрономы, в частности в нижегородском Ин-

ституте прикладной физики РАН, Уральском государственном университете и Астрокосмическом центре ФИАН. В значительной степени эти исследования связаны с мазерным излучением молекул метанола, воды, гидроксидила и других. Вообще, мазеры метанола являются своеобразными “маяками”, сигнализирующими: “Здесь происходит рождение массивной звезды”.

На данном этапе, вероятно, аккреция еще продолжается, причем с очень высоким темпом, достигающим сотых долей масс Солнца в год, в сотни тысяч раз превышая темп ак-



12-м антенна субмиллиметровой интерферометрической системы ALMA (Чили), которой предстоит существенно расширить наши познания во многих областях, включая образование массивных звезд. 2008 г. Фото ALMA (ESO/NAOJ/NRAO).

креции, характерный для маломассивных звезд. Пока точности измерений не хватает для детального исследования характера падения вещества, хотя имеющиеся спектры излучения хорошо описываются моделью сферической аккреции, не требуя привлечения дисков.

Поскольку значительная доля излучения массивной звезды приходится на ультрафиолетовый диапазон, далее она начинает не только нагревать окружающий газ, но и ионизовать его. В принципе, ионизация также препятствует падению веще-

ства, поскольку температура ионизованного газа достигает многих тысяч градусов, так что тепловая скорость становится больше скорости убегания. Мощный темп аккреции, оцененный по яркости источников, способен, вероятно, справиться и с ионизацией, однако сколь бы сильной ни была аккреция, она не может длиться вечно. Когда падение вещества на звезду и, соответственно, рост ее массы, прекращаются, появляется полностью сформировавшееся светило, и остановить ионизацию вещества вокруг него не мо-

жет ничто. Вокруг звезды начинает образовываться зона ионизованного водорода (зона HII).

Такие зоны действительно наблюдаются вокруг молодых массивных звезд (впрочем, нужно помнить, что массивные звезды старыми не бывают). Сначала это гиперкомпактная зона (размеры менее сотой доли парсека и концентрация вещества порядка  $10^6 \text{ см}^{-3}$ ), потом ультракомпактная зона (размеры порядка десятых долей парсека и концентрация порядка  $10^4 \text{ см}^{-3}$ ). Наконец, зона достигает размеров порядка парсеков и становится классической зоной ионизованного водорода. Затем происходит слияние зон HII отдельных массивных звезд, и образуется гигантская зона HII.

Теперь эволюция массивной звезды перестает быть локальным событием, поскольку порожденная ею зона HII охватывает значительную область пространства и воздействует на большую массу окружающего газа. В 1977 г. американские ученые Брюс Элмегрин и Чарльз Лада предположили, что такое воздействие стимулирует образование следующих поколений звезд,

и теперь очень наглядные признаки стимуляции действительно наблюдаются, причем иногда удается проследить ее назад даже не на одно, а на два поколения звезд.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным вопросом остается вопрос о бимодальности звездообразования, то есть, о причинах того, что в некоторых облаках массивные звезды рождаются, а в других – нет. Может быть, здесь как-то проявляются влияющие магнитного поля, спиральных рукавов или ка-

кие-то иные факторы. Возможно также, что для образования массивных звезд требуется некое затравочное воздействие, а затем за счет стимуляции оно начинает развиваться в самоподдерживающемся режиме. Ответов пока нет, но масштабные исследования образования массивных звезд, по сути, только начинаются. Поскольку массивные звезды находятся далеко от Земли, то для их исследования требуются особо чувствительные и (или) интерферометрические инструменты. Большие надежды астрономы возла-

гают на новую европейскую космическую обсерваторию “Гершель” (2009), а также на ввод в строй субмиллиметровой интерферометрической системы ALMA (Atacama Large Millimeter Array – Большая миллиметровая система в Атакаме), Чили (2012). В России тоже есть проект телескопа, способного внести определяющий вклад в решение данной проблемы, – это космическая обсерватория “Миллиметрон” (дата запуска пока не назначена). К этому проекту уже сейчас проявляют интерес ученые во всем мире.

## Информация

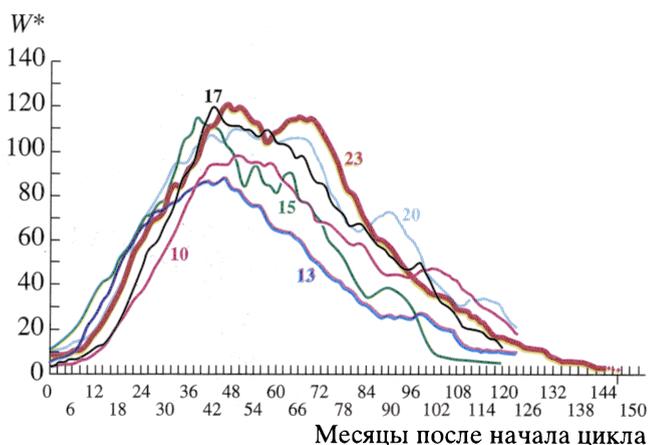
### Солнце в феврале–марте 2009 г.

Последний месяц зимы и первый месяц весны 2009 г. не внесли полной ясности в вопрос, когда же закончился 23-й цикл солнечной активности. Среднемесячные значения чисел Вольфа в феврале и марте 2009 г. были  $W_{\text{февр.}} = 1.4$  и  $W_{\text{март}} = 0.7$  соответственно. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в сентябре 2008 г. составило  $W^*_{\text{сент}} = 2.3$ , что стало наименьшим в 23-м цикле. Но пятнообразовательная активность Солнца остается на очень низком уровне, и интрига наступления формального минимума 23-го солнечного минимума продолжается. Если судить по скорости спада кривой сглаженных чисел Вольфа, минимум 23-го цикла может наступить лишь в апреле 2009 г.

Пятнообразовательная активность Солнца в феврале 2009 г. по сравнению с январем

осталась на прежнем уровне: две небольшие группы пятен с полярностями старого, 23-го (Южное полушарие), и нового, 24-го (Северное полушарие), циклов наблюдались на видимом диске Солнца. Максимальное относительное число пятен отмечено 11, 24 и 25 февраля ( $W = 8$ ), и 24 сут видимый диск Солнца был без пятен. Вспышечная активность весь месяц

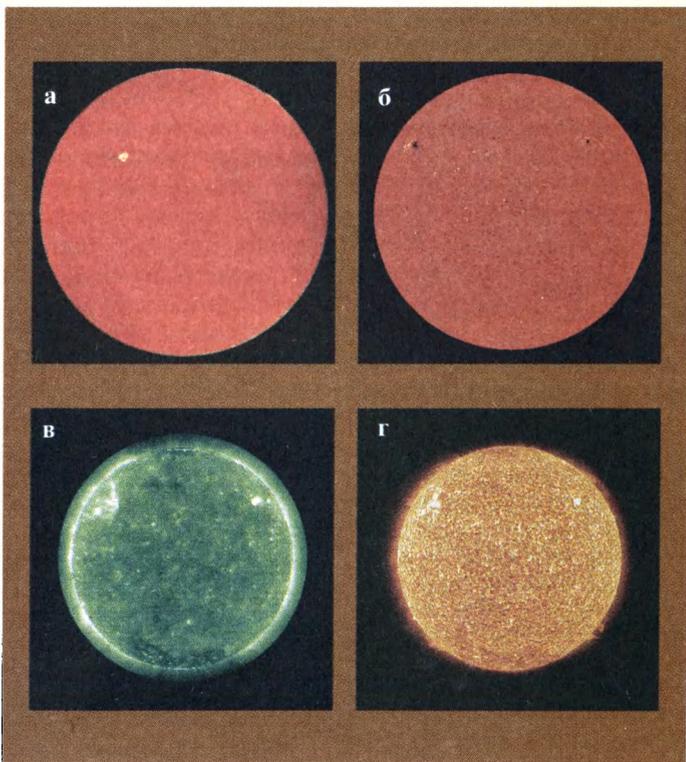
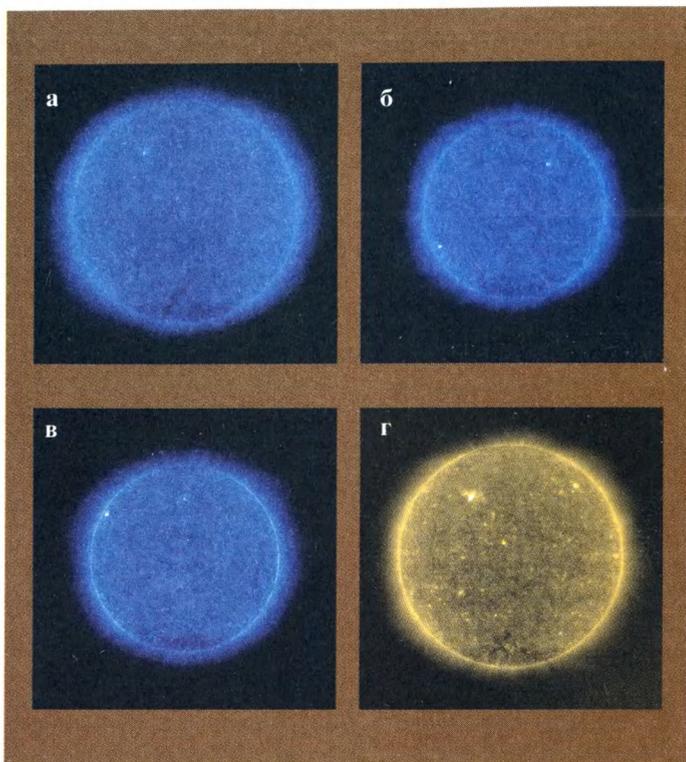
оставалась на очень низком уровне, но в группе старого цикла 12 и 13 февраля произошли две вспышки рентгеновского балла В4.1 и В2.3 соответственно. В обеих вспышках наблюдались слабые выбросы коронального вещества, а от первой вспышки в линиях крайнего ультрафиолета наблюдалась волна, распространявшаяся по поверхности Солнца. Обычно



Ход развития (147 месяцев) 23-го цикла солнечной активности среди циклов подобной величины.  $W^*$  – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

Солнце 24 февраля 2009 г.: а, б, в, г – в линиях крайнего ультрафиолета химических элементов FeIX, FeX ( $\lambda = 171 \text{ \AA}$ ) и FeXV ( $\lambda = 284 \text{ \AA}$ ). Космические солнечные обсерватории "SOHO", "STEREO-A и -B" ([http://stereossc.nascom.nasa.gov/beacon/beacon\\_secchi.shtml](http://stereossc.nascom.nasa.gov/beacon/beacon_secchi.shtml)).

такие волны возникают в результате больших вспышечных событий. 27 февраля в Южном полушарии был зарегистрирован выброс солнечного волокна, сопровождавшийся выбросом коронального вещества, который породил межпланетную ударную волну, достигшую Земли 2 марта. Соответствующий внезапный импульс магнитного поля Земли был зарегистрирован наземными обсерваториями. Кроме того, 3 февраля в конце суток наземные геомагнитные обсерватории зарегистрировали два внезапных импульса геомагнитного поля, разнесенных по времени на 1 ч 42 мин. Это говорит о приходе к Земле двух межпланетных ударных волн от неизвестного источника на Солнце. Наиболее вероятно, что это был двойной выброс солнечного волокна (волокон), не зафиксированный наблюдателями. 4 февраля геомагнитная обстановка была возмущенной, однако уровня малой магнитной бури данное возмущение не достигло. Наблюдатели зарегистрировали прохождение по видимому диску Солнца двух рекуррентных корональных дыр, которые не вызвали заметных возмущений в околоземном космическом пространстве. Всего за февраль



Солнце 28–29 февраля 2009 г.: а – в диапазоне мягкого рентгеновского излучения (космическая солнечная обсерватория "Hipode"); б, в, г – в линиях крайнего ультрафиолета химических элементов FeXII ( $\lambda = 195 \text{ \AA}$ ) и HeII ( $\lambda = 304 \text{ \AA}$ ). "SOHO" (<http://www.solarmonitor.org/index.php>).

отмечено 3 сут с возмущенной геомагнитной обстановкой. На геостационарных орбитах 5 сут регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В марте 2009 г. пятнообразовательная активность Солнца еще немного понизилась: всего одна небольшая группа пятен старого, 23-го, цикла на двое суток появилась в Южном полушарии Солнца. Максимальное относительное число пятен отмечено 6 и 7 марта ( $W = 9$ ), 29 сут на Солнце пятен не было. Вспышечная активность весь месяц находилась на очень низ-

ком уровне, единственный выброс солнечного волокна наблюдался 3 марта в Южном полушарии светила. В этом месяце по видимому диску Солнца прошли четыре рекуррентные корональные дыры. Возмущенная геомагнитная обстановка не отмечена. На геостационарных орбитах 5 сут регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

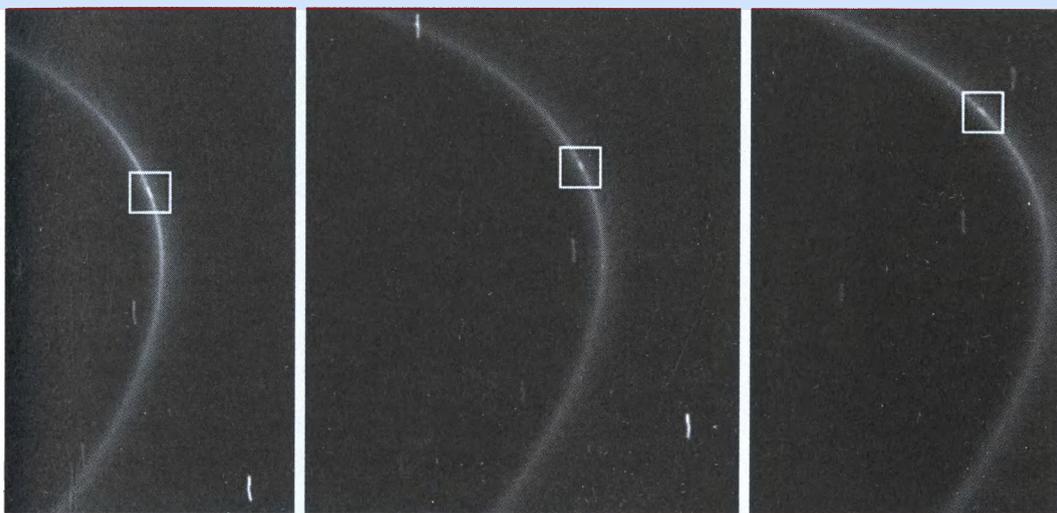
Надо подчеркнуть, что все вспышечные явления (солнечные вспышки и выбросы солнечных волокон), приведенные в данном обзоре, были очень небольшие и не влияли на оценку

вспышечной активности. В то же время их появление свидетельствует о том, что даже в условиях глубокого минимума в малых магнитных полях на Солнце происходят активные явления.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете (<http://www.izmiran.ru/services/saf/>). Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. ИШКОВ,  
кандидат физико-  
математических наук  
ИЗМИРАН*

## “Кассини”: открытие 61-го спутника Сатурна



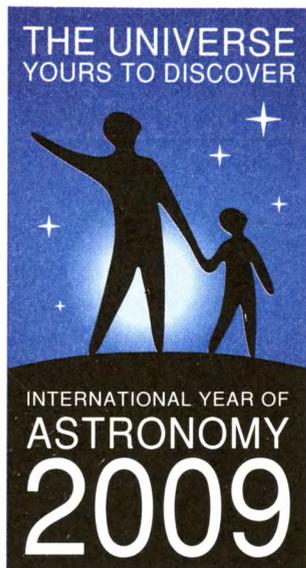
Три фотографии, на которых виден 61-й спутник Сатурна (в рамке) в яркой дуге слабого кольца G. Первый снимок сделан в видимом свете, второй – в ИК-диапазоне, третий – в ближнем ИК-спектре (длина волны – 750 нм). Снимки получены 27 октября 2008 г. АМС “Кассини” (разрешение – 7 км). NASA/JPL.

В начале 2009 г. окончательно установлено, что АМС “Кассини” нашла во внешнем диффузном кольце G Сатурна крошечный спутник S/2008 S1 размером 0.5 км. Он стал 61-м спутником Сатурна. S/2008 S1

обнаружен внутри кольца G в арке шириной 250 км и длиной 150 тыс. км, под действием ближайшего спутника Мимаса он постепенно разрушается. Первые изображения этого спутника получены 15 августа и

27 октября 2008 г. Астрономы нашли его на двух более ранних снимках и фотографии 20 февраля 2009 г.

*Пресс-релиз JPL–NASA,  
3 марта 2009 г.*



## Спутники Марса

А.В. КОЗЕНКО,  
доктор физико-математических наук  
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН

*Открытие и последующее изучение Фобоса и Деймоса наземными и космическими средствами поставили перед учеными множество вопросов, некоторые из них до сих пор остаются без ответа. Программа экспедиции АМС “Фобос”, предпринятая отечественными специалистами при широкой международной кооперации два десятилетия назад, к сожалению, выполнена не полностью (Земля и Вселенная, 1989, № 5). Сего-*



*дня идет подготовка нового отечественного космического проекта “Фо-*

*бос-грунт” (старт АМС намечен на октябрь 2009 г.; Земля и Вселенная, 2002, № 6; 2006, № 2). Согласно этому проекту, предстоит детально исследовать Марс и Фобос, а также доставить образцы грунта Фобоса на Землю. Важность изучения Фобоса обусловлена тем, что в малых телах Солнечной системы, к их числу относится и Фобос, мог сохраниться тот реликтовый материал, из которого образовались все объекты нашей планетной системы.*

### УДИВИТЕЛЬНОЕ ОТКРЫТИЕ

Известно, что существование у Марса двух спутников было предсказано задолго до их обнаружения. Еще в 1610 г. И. Кеплер предположил такую возможность. В 1702 г. в английском переводе “Бесед о множественности миров” Б. Фонтенеля говорится: “Марс не может испыты-

*вать недостатка в лунах”. В 1752 г. Вольтер в “Микромегасе” писал: “Самые лучшие философы знают, как трудно было бы Марсу обладать меньше чем двумя лунами, поскольку он от Солнца – следующий”. Самым удивительным, пожалуй, было предсказание Дж. Свифта, сделанное в 1726 г. За 150 лет до открытия спутников Марса он*

довольно точно указал периоды их обращения вокруг планеты (Земля и Вселенная, 1989, № 5, с. 78–81).

Немецкий историк науки Ф. Людендорф в начале прошлого столетия выдвинул гипотезу о том, что Дж. Свифт в качестве прообраза расположения спутников на орбитах Марса принял орбитальные параметры двух ближних к

планете галилеевых спутников Юпитера. Однако по такой аналогии их правильные периоды обращения вывести не удастся. Английский теоретик Н. Роузвер обратил внимание на утверждение И. Ньютона в "Математических началах натуральной философии": "Более мелкие планеты при прочих равных условиях имеют значительно большую плотность". Если предположить, что плотность Марса в 22 раза выше, чем у Юпитера (поскольку диаметр Юпитера приблизительно во столько же раз больше диаметра Марса), и применить третий закон Кеплера, то можно получить результат Дж. Свифта. Но такое объяснение весьма искусственно и, скорее всего, не отражает реальности.

Попытки обнаружить спутники Марса можно найти в журнале наблюдений В. Гершеля за 1783 г. В середине XIX в. их поисками интенсивно занимался немецкий астроном Г. д'Арре с помощью 25-см рефрактора Копенгагенской обсерватории. Долгое время попытки обнаружить спутники Марса заканчивались неудачей.

Американский астроном **Асаф Холл** (1829–1907) после многолетних безуспешных поисков на 66-см рефракторе Военно-морской обсерватории США (Вашингтон) 11 августа 1877 г. все-таки увидел один из спутников Марса во время противостояния планеты. Через шесть суток, 17 августа, он открыл и второй (внутренний) спутник. Ближайший к

Марсу спутник он назвал Фобосом (страх), а внешний – Деймосом (ужас), именами спутников древнегреческого бога войны Ареса.

Наиболее удобны для наблюдения спутников Марса великие противостояния – случаи наибольшего сближения Земли и Марса, которые происходят каждые 15–17 лет. В XX в. они состоялись 24 сентября 1909 г., 23 августа 1924 г., 23 июля 1939 г., 10 сентября 1956 г., 10 августа 1971 г. и 22 сентября 1988 г., в XXI в. – 28 августа 2003 г., ближайшие произойдут 27 июля 2018 г. и 15 сентября 2035 г.

#### НАЗЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Значительный вклад в исследование спутников Марса внесли русские астрономы. В 1894 г. А.А. Белопольский (1854–1934) наблюдал Марс на 76-см рефракторе (большой нормальный астрограф) Пулковской обсерватории и получил восемь негативов с изображением Деймоса. Эта работа стала первым шагом в фотографическом изучении спутников Марса. Подчеркнем, съемки Деймоса, имеющего даже в периоды противостояний Марса 12–14<sup>м</sup> и наблюдаемого рядом с яркой планетой, дело чрезвычайно трудное. В дальнейшем фотографирование спутников Марса на том же инструменте продолжил С.К. Костинский (1867–1936). В 1896 г. он получил изображения Деймоса, а во время противостояния



Асаф Холл, открывший в 1877 г. спутники Марса.

1909 г. ему удалось сделать четкие снимки обоих спутников.

Первая теория движения марсианских спутников (1911) принадлежит Л.О. Струве (1854–1920), внуку основателя Пулковской обсерватории В.Я. Струве. На основе анализа наблюдений спутников в 1877–1909 гг. он рассчитал элементы их орбит, даже сегодня позволяющие весьма хорошо прогнозировать положения спутников на орбитах при наземных наблюдениях.

В 1945 г. американский астроном Б. Шарплесс пришел к выводу о вековом ускорении Фобоса. Ускорение движения спутника происходит с течением времени, при этом высота орбиты постоянно уменьшается, так что Фобос по спирали приближается к планете. Именно такое поведение присуще небесному телу, которое теряет свою кинетическую энергию, то есть ис-



Русский астроном Л.О. Струве, рассчитавший элементы орбит спутников Марса.

пытывает тормозящее влияние планеты.

В 60-х гг. XX в. член-корреспондент АН СССР *И.С. Шкловский* (1916–1985), в то время считавший разумную жизнь широко распространенным явлением в космосе, выдвинул гипотезу искусственного происхождения спутников Марса. Он предположил, что тормозящее воздействие оказывает атмосфера планеты, правда намного менее плотная, чем земная. Но подобный эффект мог проявляться только при достаточно больших размерах и очень малой массе спутников Марса. По оценке *И.С. Шкловского*, их средняя плотность настолько мала, что они, скорее всего, пылые. Таких естественных космических тел не бывает, и, следовательно, спутники созданы какой-то внеземной цивилизацией. Эта увлекательная гипотеза *И.С. Шкловского* не подтвердилась. Почти одновременно с ним

член-корреспондент АН СССР *Н.Н. Парийский* объяснил, что вековое ускорение Фобоса может быть вызвано приливным торможением Марса. Такое явление происходит из-за меньшего в три раза периода обращения планеты вокруг оси. Возникающий на планете приливной выступ запаздывает по причине диссипации энергии в недрах Марса и отстает от быстро движущегося Фобоса, отбирая у него момент количества движения, и он постепенно приближается к Марсу. Деймос обращается вокруг Марса медленнее собственного вращения планеты, поэтому приливное трение приводит к постепенному увеличению высоты его орбиты. После наблюдений движения Фобоса, проведенных в 1972 г. и 1978 г. *А. Синклером* и в 1975 г. *В.А. Шором*, установлено, что он действительно ускоряется, приближаясь примерно на 4 см в год к Марсу. Поэтому через 30–70 млн. лет Фобос может упасть на планету.

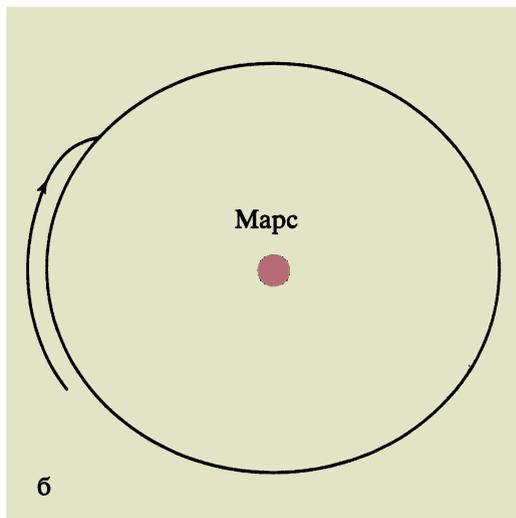
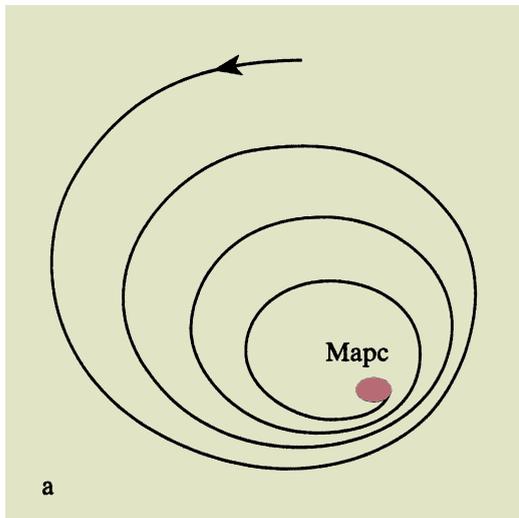
Впервые определил, что поверхность спутников Марса состоит из вещества, близкого по свойствам к углистым хондритам, американский астрофизик *Дж. Койпер* (1905–1973) в конце 50-х гг. XX в. на основе фотометрических измерений. Об этом свидетельствовала, в частности, низкая отражательная способность (альbedo) обоих небесных тел, не превышающая 0.06–0.07.

В период противояснения 1971 г. американский

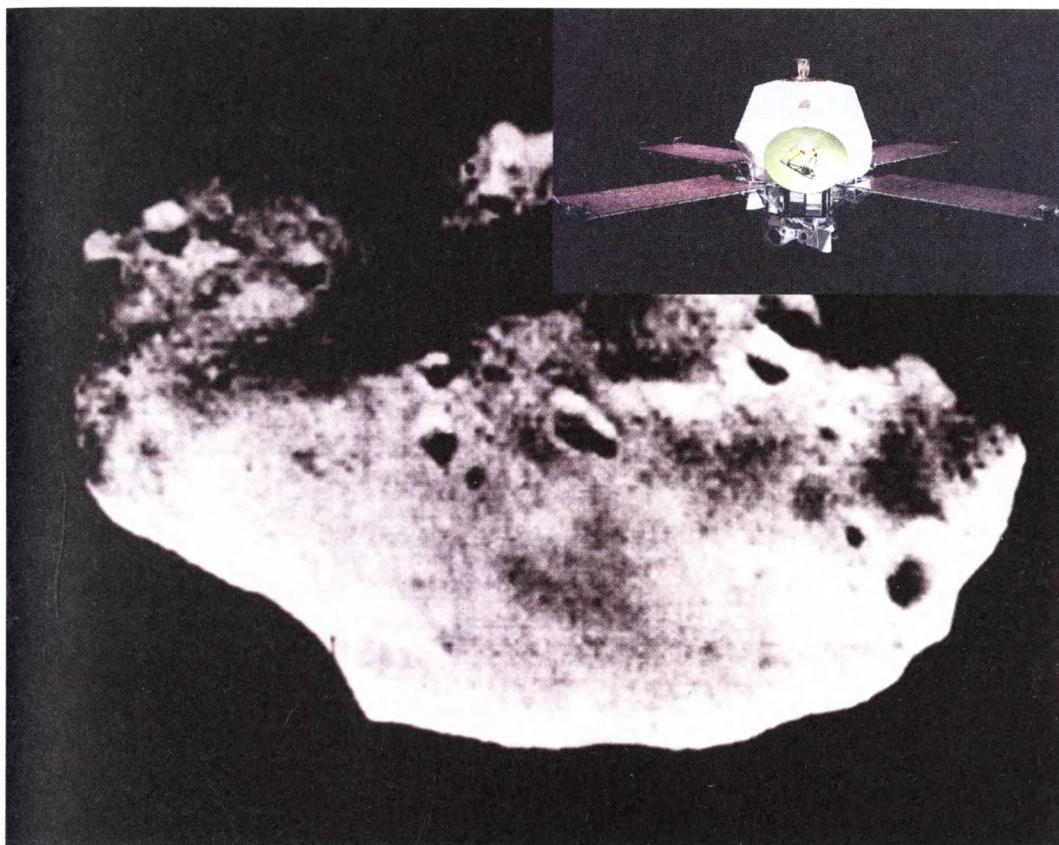
астроном *Б. Цельнер* провел прецизионные поляриметрические измерения Деймоса и установил, что его поверхностный слой по поляризационным свойствам близок к лунному реголиту и образован в результате микрометеоритной бомбардировки. Вероятно, Деймос, как и Луна, покрыт слабосвязанным раздробленным обломочным материалом.

#### КОСМИЧЕСКИЙ ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЙ

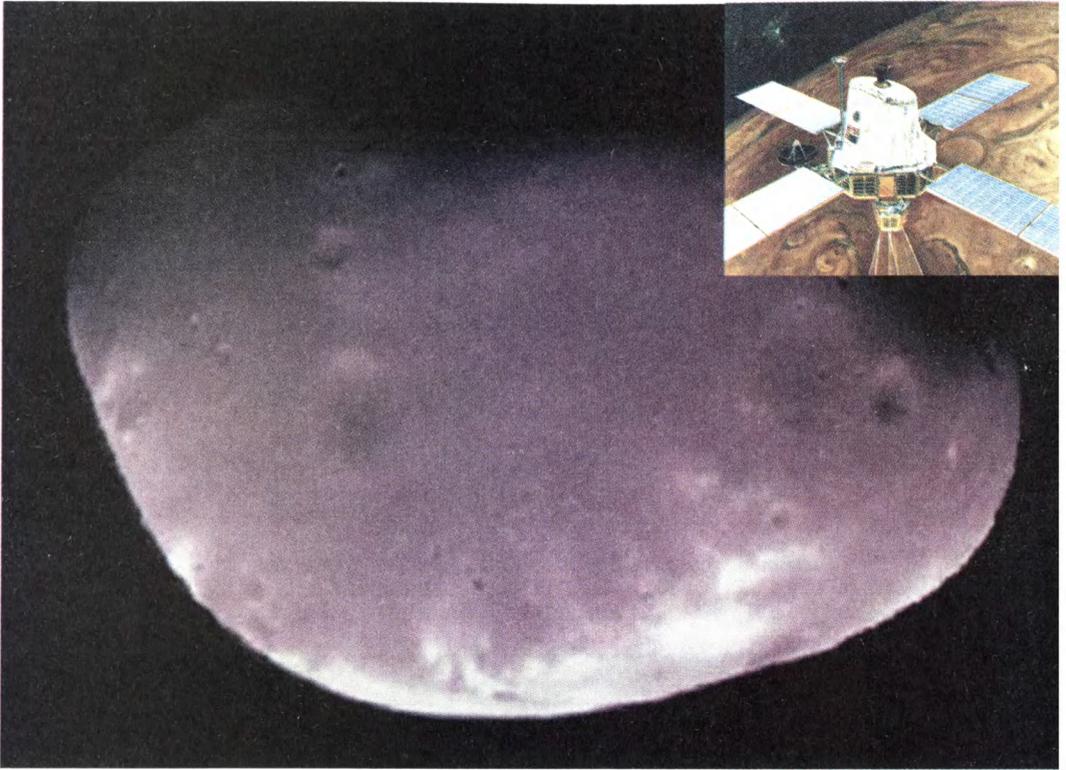
Он начался в 1969 г., когда во время пролета около Марса американской АМС "**Маринер-7**" на одном из снимков была обнаружена тень Фобоса на поверхности Марса. По ней сделали вывод о его вытянутой форме. Первые изображения марсианских спутников с удовлетворительным разрешением получены в 1971–1972 гг. АМС "**Маринер-9**" с орбиты искусственного спутника Марса. Телевизионная съемка производилась при различных фазовых углах (углах освещения Солнцем). На борту этой станции размещались инфракрасный радиометр и ультрафиолетовый спектрометр, с помощью которых осуществлены фотометрические и поляриметрические измерения. В результате фотометрического анализа установлено, что поверхность спутников покрыта реголитом. Зарегистрированная значительная положительная поляризация излучения спутников (20–25%) подтвердила присутствие ре-



Эволюция орбит спутников Марса: а) Фобоса, б) Деймоса.



Фобос. Снимок сделан в 1972 г. "Маринером-9" с расстояния 5760 км. Во врезке – АМС "Маринер-9" (США, 1971–1972). Фото NASA.



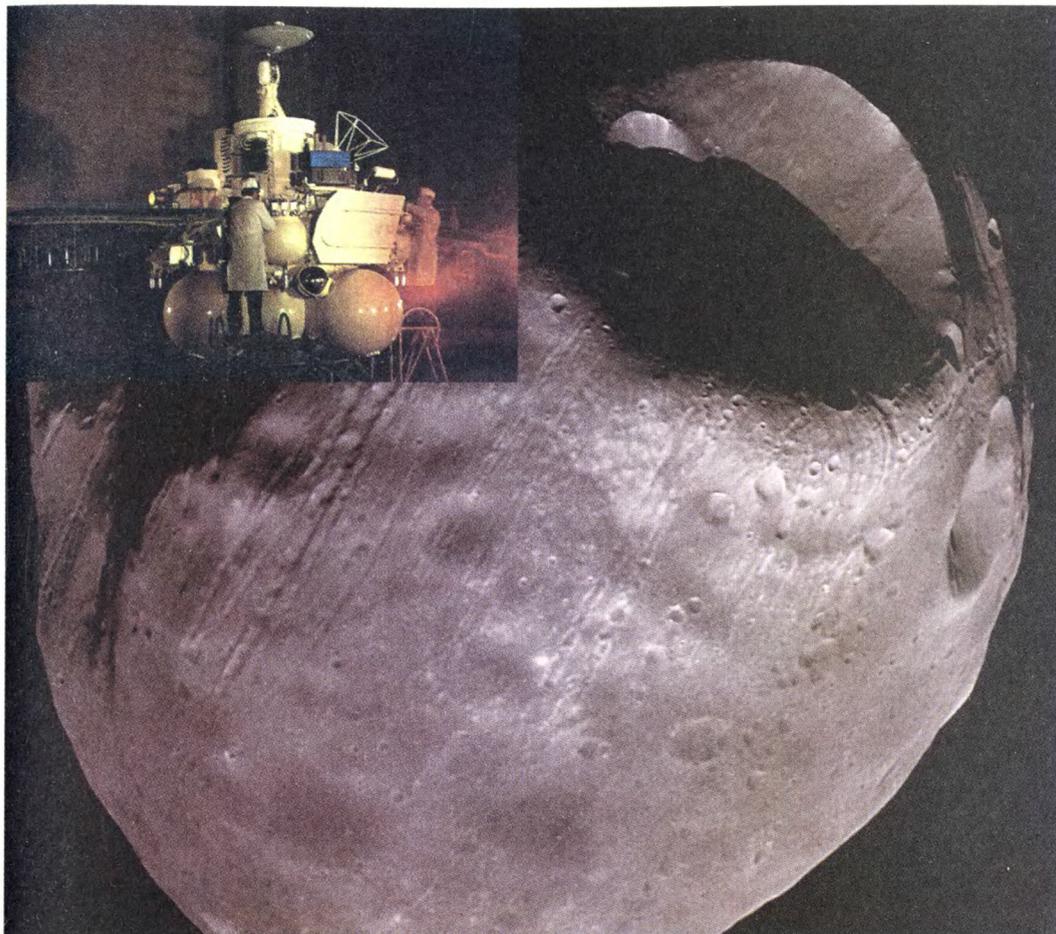
*Деймос. Снимок сделан 20 октября 1977 г. АМС "Викинг-1" с расстояния 1400 км. Во врезке – орбитальный отсек "Викинга" (США, 1976–1980). Рисунок и фото NASA.*

голита. Во время прохождения Фобоса через тень Марса с помощью инфракрасного радиометра (затменный эксперимент) обнаружены быстрое охлаждение и нагрев поверхности спутника. Кроме того, у него выявлен очень низкий уровень потока излучения во время затмения. Полученная оценка тепловой инерции соответствует еще более рыхлому слою пыли, чем на Луне. Это и не удивительно, ведь на поверхности Фо-

боса гораздо слабее притяжение. По данным радиометрии на Фобосе и Деймосе слой реголита должен иметь толщину не менее 1 см.

При пролетах "Маринеров" расстояние между ними и спутниками было не менее 4 тыс. км, а орбитальные аппараты АМС "Викинг-1 и -2" в 1976–1980 гг. сближались с Фобосом до 100 км, с Деймосом – до 50 км. "Викинги" впервые смогли с хорошим разрешением сфотографировать спутники, были продолжены исследования их поверхности с помощью инфракрасного радиометра. В июле 1988 г. к Марсу стартовали два аппарата-близнеца по советской программе "Фобос",

один из них, "Фобос-2", через семь месяцев вышел на орбиту вокруг Марса. После серии коррекций орбиты АМС "Фобос-2" сблизились с Фобосом. Предполагался сброс двух посадочных аппаратов на поверхность Фобоса, но из-за сбоя в системе управления связь со станцией потеряли. Тем не менее в феврале–марте 1989 г. станция получила уникальные результаты измерений тепловых характеристик Фобоса с помощью прибора "Термоскан", она выполнила фотометрические, спектральные и радиометрические исследования. С высоты до 214 км от поверхности спутника удалось сделать снимки разрешением око-



ло 10 м. На орбитах искусственных спутников Марса американские АМС “Марс Глобал Сервейер” и “Марсианский орбитальный разведчик” (“Mars Reconnaissance Orbiter”) в 1998 г., 2003 г., 2006 г. и 2008 г. сфотографировали спутники с разрешением до 1 м. Стереоскопические изображения Фобоса, полученные в 2004 г. и июле – августе 2008 г. европейской АМС “Марс Экспресс” при сближении с ним, дали возможность определять высоту деталей поверхности и подроб-

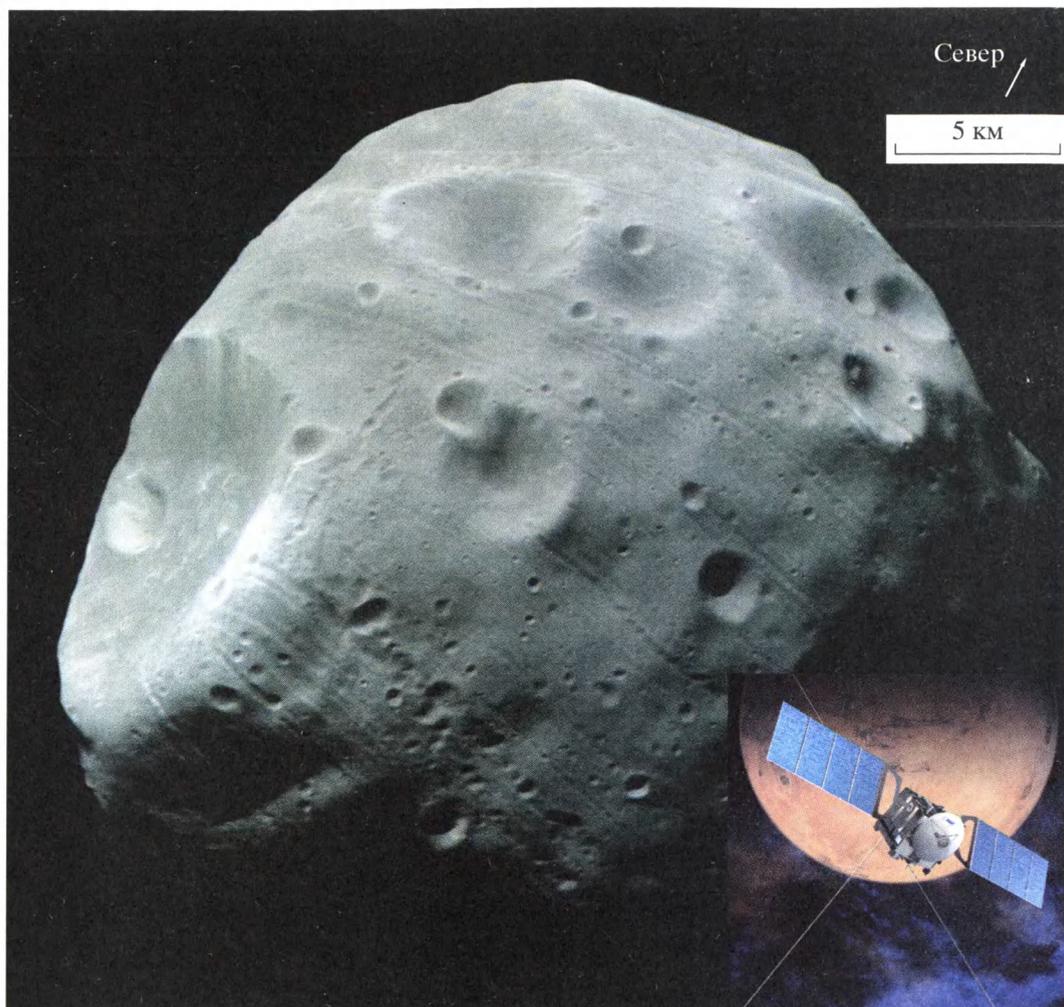
но изучать его рельеф – разломы, кратерные цепочки, борозды, структуру кратеров. Астрометрические измерения уточнили параметры орбит спутников Марса.

#### ПРОИСХОЖДЕНИЕ КРАТЕРОВ И БОРОЗД

Поверхность Фобоса сильно испещрена кратерами. Специалисты определили возраст поверхности спутника – около 2 млрд. лет (предполагая, что поток образующих кратеры тел был таким

*Район северного полюса Фобоса. Снимок сделан в феврале 1989 г. “Фобосом-2” с расстояния 560 км. Во врезке – АМС “Фобос-2” (СССР, 1988–1989). Фото НПО им. С.А. Лавочкина.*

же, как на Луне). По-видимому, возраст различных участков поверхности Фобоса одинаков, поэтому нет оснований предполагать, что в прошлом, по крайней мере за последний миллиард лет, произошло крупномасштабное дробление спутника. Наи-



Восточное полушарие Фобоса. Снимок сделан 22 августа 2004 г. АМС "Марс Экспресс" с расстояния 200 км. Во врезке – АМС "Марс Экспресс" (ESA, 2005–2009). Рисунок и фото ESA, NASA.

большой на Фобосе *кратер Стикни* (диаметр 10 км) назван в честь супруги А. Холла, ему уступают по размерам кратеры Холл (6 км) и Рош (5 км). Скорее всего, происхождение бо-

розд (линейных углублений в реголите) связано с образованием кратера Стикни. Эти борозды шириной 100–200 м и глубиной 10–20 м простираются на расстояние до 30 км, что превышает наибольший поперечник Фобоса. Плотность кратеров в бороздах свидетельствует о том, что борозды не моложе остальной поверхности спутника. Многообразие борозд можно свести к четырём группам: параллельные экватору, пер-

пендикулярные наибольшей оси спутника и симметрично пересекающие экваториальную плоскость под углами  $\pm 25^\circ$ . Сложный рельеф некоторых участков Фобоса образован неоднородным расположением борозд и пересечениями нескольких их параллельных групп. Поперечный профиль борозд, как правило, аркообразный, склоны борозд – довольно пологие и сглаженные, с наклоном 10–30°. У наиболее круп-

Борозды и кратер Стикни (справа) на Фобосе. Снимок сделан 23 марта 2008 г. АМС "Mars Reconnaissance Orbiter" с расстояния 6800 км. Фото NASA.



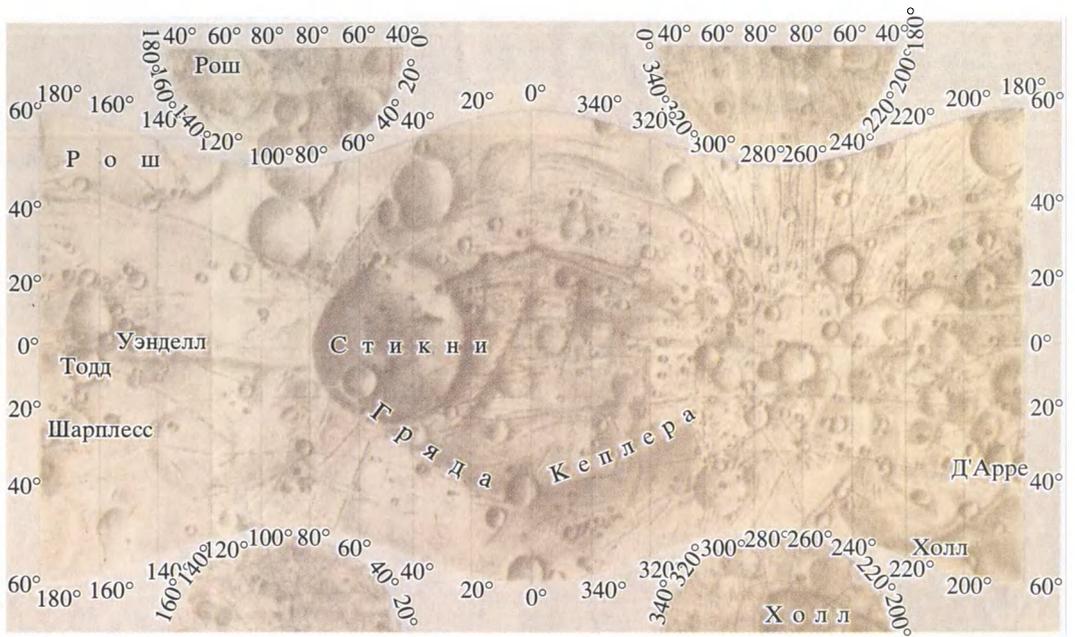
ных борозд (шириной 400–600 м и глубиной 60–90 м) в окрестностях кратера Стикни обнаружена сложная топография дна.

Предложены три механизма, объясняющие образование борозд: *ударное разрушение*, *приливное воздействие* и *влияние сил сопротивления среды* при гипотетическом захвате спутника Протомарсом, обладающем мощной атмосферой. Последний механизм невозможен, потому что не объясняет морфологию борозд, да и сам сценарий базируется на довольно непонятном явлении. Механизм приливного происхождения борозд также не достаточно убедителен. Скорее всего, Фобос находится гораздо ближе к Марсу, чем его предел Роша. Напомним, что предел Роша – это предельное расстояние небесного тела от планеты, ближе которого оно не может подойти, не будучи разорвано приливными силами. Поэтому Фобос должен испытывать растягивающие напряжения вследствие приливного воздействия Марса. Поскольку Фобос не всегда находился так близко к планете, как в современную эпоху, а медленно приближается по спирали к Марсу, то часть борозд должна быть очень молодой. На самом деле

они, вероятно, не моложе остальной поверхности спутника, что ставит под сомнение гипотезу приливного происхождения борозд. Наиболее приемлем, по-видимому, механизм *ударного разрушения* спутника, если рассматривать образование борозд на Фобосе как следствие ударного растрескивания всего спутника при возникновении крупнейшего и самого старого кратера Стикни. Косвенным подтверждением этой гипотезы служит отсутствие борозд на Деймосе, где нет кратеров, сопоставимых по размерам со Стикни. Энергия удара, вызвавшего формирование кратера Стикни, оценивается в  $6.5 \times 10^{25}$  эрг, что при делении на объем спутника дает плотности энергии  $1.3 \times 10^7$  эрг/см<sup>3</sup>. Для пол-

ного же разрушения Фобоса было бы достаточно плотности энергии около  $3 \times 10^7$  эрг/см<sup>3</sup>, то есть при энергии удара, всего в 2.5 раза большей, спутник разрушился бы полностью. Считается, что при столь мощном ударе в теле спутника могли образоваться трещины, превратившиеся со временем в борозды, вследствие постепенного заполнения их реголитом.

Природу борозд на Фобосе можно объяснить и несколько иначе. Вероятно, их образование вызвано внезапным высвобождением летучих веществ при столкновении Фобоса с телом, приведшем к появлению кратера Стикни. При анализе ультрафиолетового излучения на Фобосе найдены глиноземистые материалы, которые



Карта Фобоса. Масштаб 1 : 250 тыс. На ней есть разломы, борозды, кратерные цепочки и крупные кратеры.

есть в углистых хондритах, содержащие 10–20 массовых процентов связанной воды и нестабильные при температуре 400 К. Поскольку температура подповерхностных слоев Фобоса не менее 250 К, то при сильном ударе, локально поднявшем температуру хотя бы на 150 К, должно было начаться выделение газов. Цепочки небольших кратеров на Фобосе могли образоваться при выделении летучих веществ вдоль трещин. Также интерпретируются углубления в некоторых бороздах и появление их приподнятых краев. Это особенно важно, так как

объяснить углубления в бороздах выведением реголита в разломы трудно, потому что из-за малой силы тяжести процесс оседания реголита становится неэффективным.

При объяснении морфологии поверхности Деймоса возникают другие трудности. Борозд на Деймосе нет, и его динамическая ситуация иная. В отличие от Фобоса, он весьма удален от своего предела Роша. Хотя поверхность Деймоса тоже сильно кратерирована, она выглядит более гладкой из-за мощного слоя пыли. Обширные светлые области, возникшие в результате концентрации хорошо отражающего свет вещества на вершинах гребней и валах кратеров, простираются вниз тонким слоем, образуя суживающиеся потоки. Скорее всего, это объясняется скатыванием веще-

ства под действием притяжения, так как направление переноса совпадает с наклоном поверхности. Темное вещество собирается преимущественно в низинах и на дне кратеров.

Каменные блоки размером 3–150 м встречаются на обоих спутниках. Они как бы утопают в толстом слое реголита, некоторые авторы оценивают его глубину в сотни метров. Наличие столь мощного слоя реголита на марсианских спутниках может вызвать некоторое недоумение. Ведь при малой массе спутников у них незначительная скорость убегания (вторая космическая скорость), и поэтому осколки и пыль, образующиеся при ударах метеоритов, должны легко улететь с их поверхности. Но в основном скорость выброса осколочного материала все же недостаточна для преодо-

### Характеристики спутников Марса

Название спутника	Средний радиус, км	Большая полуось орбиты, $10^3$ км	Период обращения, ч, мин	Наклон к экватору, град.	Эксцентриситет	Средняя скорость движения, км/с
Фобос	$11.1 \pm 0.15$	9.38	7.39	1.0	0.017	2.14
Деймос	$6.2 \pm 0.18$	23.46	30.18	1.9	0.001	1.35

ления гравитационного поля Марса, поэтому частицы остаются на орбитах недалеко от спутников, создавая пылевой тор у планеты, и через сравнительно небольшой промежуток времени ( $10^3$ – $10^4$  лет) вновь захватываются спутниками Марса. Аккумуляция вещества, выбрасываемого на орбиту и возвращаемого обратно, повторяясь многократно, может привести к образованию слоя реголита значительной глубины.

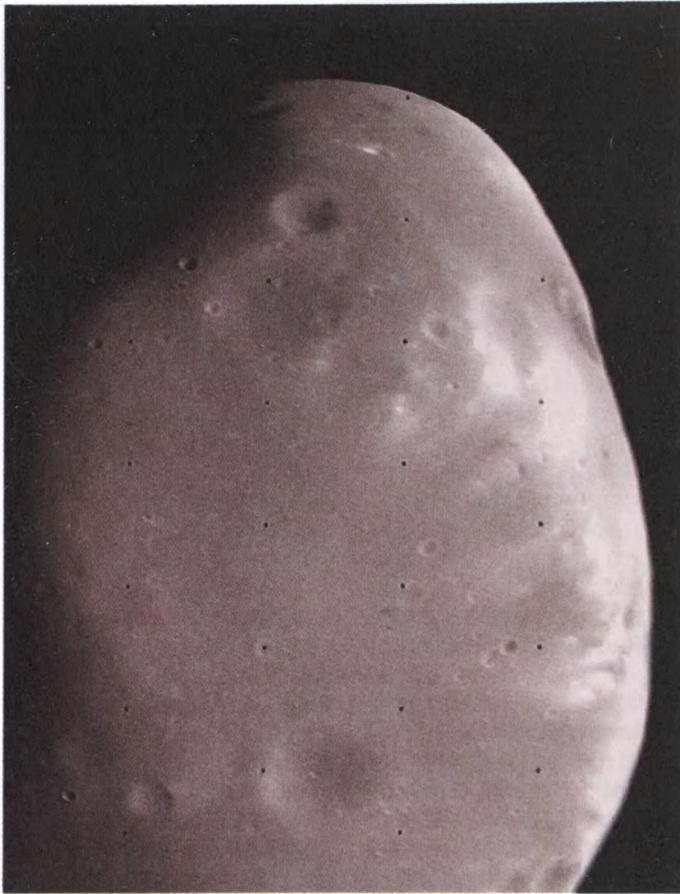
#### СТРОЕНИЕ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ СПУТНИКОВ

Фигуры спутников неправильной формы значительно отклонены от сферы. Аппроксимировать их фигуры лучше всего многогранниками, а затем определять объем и строить топографические карты. Чтобы составить впечатление о форме небесного тела, обычно выбирают наиболее простую фигуру. Фобос и Деймос моделируются трехосными эллипсоидами с полуосями  $13.5 \times 10.8 \times 9.4$  км и  $7.5 \times 6.1 \times 5.5$  км соответственно. Их объемы и массы определены пока не очень хорошо, что сказывается на точности оценки средней плотности Фобоса

( $2.2 \pm 0.5$  г/см<sup>3</sup>) и Деймоса ( $1.7 \pm 0.5$  г/см<sup>3</sup>). Сделать вывод о различном составе спутников на основе этих оценок все еще нельзя. Уточнить значение плотности спутников Марса – задача первостепенной важности, так как именно от этой характеристики зависит принадлежность спутников к тому или иному классу астероидов. В настоящее время можно лишь утверждать, что плотность спутников почти в два раза меньше плотности Марса. Это требует особого объяснения.

Давление в центральных областях Фобоса и Деймоса меньше одной атмосферы вследствие незначительности размеров обоих спутников, поэтому можно было бы предположить, что у них постоянная плотность, не меняющаяся с глубиной (однородная модель). Но данные по вынужденной либрации Фобоса свидетельствуют о том, что этот спутник, скорее всего, неоднороден и состоит из сравнительно плотного ядра, окруженного глубоким слоем реголита низкой плотности. Поэтому плотность вещества в недрах Фобоса может быть выше величины средней плотности, что должно будет найти объяснение в соответствующем космогоническом сценарии.

Целесообразно получить правильное представление о внутреннем строении и составе пород марсианских спутников, необходимы дальнейшие их исследования с помощью АМС. Они должны совершить посадки на поверхность спутников, произвести буровым устройством забор грунта, сейсмическое зондирование и тепловой эксперимент. Некоторые из этих исследований предстоит выполнить российской АМС “Фобос-грунт” (2009–2011). Она сначала выйдет на орбиту искусственного спутника Марса, исследует его плазменно-пылевое окружение, проведет мониторинг поверхности планеты и после этого приблизится к Фобосу. Программой предусматривается: уточнение формы, размеров, массы и плотности Фобоса; картирование его поверхности; измерение параметров либрации и движения по орбите. Затем станция должна совершить посадку на Фобос, изучить элементный и минералогический состав, микроструктуру и физические свойства грунта, с помощью грунтозаборного устройства взять колонку реголита с глубины до 1 м и доставить образцы на



Деймос. Снимок сделан 20 октября 1977 г. АМС "Викинг-2" с расстояния 500 км. Фото NASA.

сти, когда тела астероидных размеров (планетезимали) в протопланетном облаке стали объединяться в планеты. При этом часть вещества выбрасывалась на орбиты вокруг растущих планет, аккумуляция которого и привела к образованию спутников. Если спутники Марса произошли подобным образом, то их вещество никогда не входило в более крупные тела, и поэтому не дифференцировано. Так как спутники никогда не были расплавлены, они сохраняют рыхлые агрегаты осколков, из-за чего их плотность невелика.

Описанный космогонический сценарий не объясняет значительное различие средней плотности Фобоса и Деймоса. Темная поверхность и низкая плотность позволяют относить их к астероидам типа углистых хондритов. Но углистые хондриты характерны для внешней части пояса астероидов, и остается непонятным, как они могли образоваться гораздо ближе к Солнцу в окрестностях Марса. Определенные заключения можно сделать из анализа эволюции орбит спутников Марса. Если исходить из современного значения эксцентриситета орбиты Фобоса и полагать, что ее эволюция определялась приливной диссипацией энергии, то в прошлом эксцентриситет мог достигать

Землю. Распределение скорости сейсмических волн по глубине укажет на структуру недр спутника, их состав. Тепловыделения из недр тел базальтового и хондритового состава значительно различаются, так как зависят от количества радиоактивных элементов в веществе. Если тепловой поток соответствует базальтовому составу, то вещество спутника дифференцировано. Но марсианские спутники слишком малы, следовательно, они остаются холодными и недифференцированными. Характерный для базальто-

вого состава тепловой поток указывал бы на то, что спутник – это либо фрагмент большого "родительского тела", прошедший процесс дифференциации первичного вещества, либо какого-то иного происхождения.

В современном космогоническом сценарии (Земля и Вселенная, 1988, № 2) *регулярные спутники*, то есть спутники с почти круговыми орбитами, лежащими в плоскости экватора планеты, сформировались из околопланетных роев прототел. Они возникли на стадии эволюции протосолнечной туманно-



*Размещение научной аппаратуры и систем на российской АМС "Фобос-грунт". Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.*

0.4–0.5. Орбита Фобоса была столь вытянутая, что допустим сценарий его захвата Марсом с параболической на высокоэллиптическую орбиту.

Сценарий образования Фобоса как регулярного спутника из околопланетного роя, его современный эксцентриситет может объяснить гравитационным воздействием Марса. Фобос вошел в резонанс с Деймосом во время приливной эволюции почти круговой орбиты, но значительно большего радиуса, чем современной. В моменты резонанса на расстояниях 2.9; 3.2 и 3.9 ра-

диусов Марса эксцентриситет и наклонение орбиты Фобоса могли испытывать скачки, поэтому современные их значения гораздо больше первоначальных. К тому же в сценарии захвата трудно объяснить параметры орбиты Деймоса. Вследствие большой удаленности от Марса его орбита практически не подвержена приливному влиянию и всегда оставалась почти круговой и близкой к синхронной (период обращения совпадает с периодом вращения планеты вокруг своей оси).

Астероиды, проходящие вблизи Марса, движутся, как правило, не в плоскости орбиты планеты, поэтому после их захвата они ориентировались бы случайным образом. Захват возможен при малой

скорости сближения, для чего Марс и астероиды должны были иметь почти одинаковые орбиты, что маловероятно. Более реалистичен сценарий захвата астероида марсианской атмосферой, вернее протоатмосферой, которая была в  $10^4$ – $10^5$  раз массивнее современной. В подобной протоатмосфере захват астероида путем торможения в ней мог осуществляться неоднократно. Таким образом, Фобос и Деймос – возможно, последние из некогда многочисленных существовавших ранее, но "забытых" спутников Марса. В 1982 г. на это указали американские планетологи П. Шульц и Э. Лутц-Гэрихен. Они обнаружили в экваториальной области Марса многочисленные кратеры, кото-

рые свидетельствовали о косых углах падения сформировавших их тел. Фобос и Деймос, скорее всего, просто не успели упасть на Марс, так как протоатмосфера должна была почти скачком рассеяться из-за резкого падения давления в протосолнечной туманности. Не следует забывать, что существование столь массивной протоатмосферы Марса весьма гипотетично.

Эволюция атмосферы Марса после диссипации протоатмосферы повлияла на движение спутников: они приблизились к планете или удалились от нее. Что на самом деле произошло, можно определить расположением спутников относительно синхронной орбиты, на которую влияет угловая скорость вращения Марса. В некоторых моделях тепловой эволюции Марса через миллиард лет после образования его скорость вращения увеличивается на 10% вследствие формирования ядра. Вероятно, спутники находились на более удаленной синхронной орбите в первый миллиард лет истории Марса. Такое условие вносит дополнительную неопределенность в эволюцию их орбит. Ось вращения Марса наклонена к плоскости его орбиты на  $23^{\circ}59'$ , из-за

чего Фобос и Деймос подвержены возмущениям в результате сжатия планеты и влияния Солнца. При их современном достаточно близком расстоянии от планеты, из-за большого периода прецессии оси вращения Марса (217 тыс. лет), он в экваториальной плоскости "ведет" за собой спутники. Такая ситуация сохраняется, когда спутники движутся около планеты на расстоянии 13.1 радиуса Марса, а в прошлом Фобос мог находиться гораздо дальше. Тогда плоскость его орбиты почти совпадала бы с плоскостью орбиты Марса.

При более детальном рассмотрении эволюции орбит учитываются влияние на диссипацию энергии либрации, эксцентриситеты орбит, физические характеристики Марса и его спутников. Величина диссипации приливной энергии – критический параметр при выборе между двумя альтернативными сценариями происхождения спутников Марса: захвата или формирования из газопылевого облака. Сильная диссипация соответствует первому случаю, слабая – второму. Возможен промежуточный вариант: ударное разрушение астероидов в окрестности Марса сопровождалось повторной аккумуля-

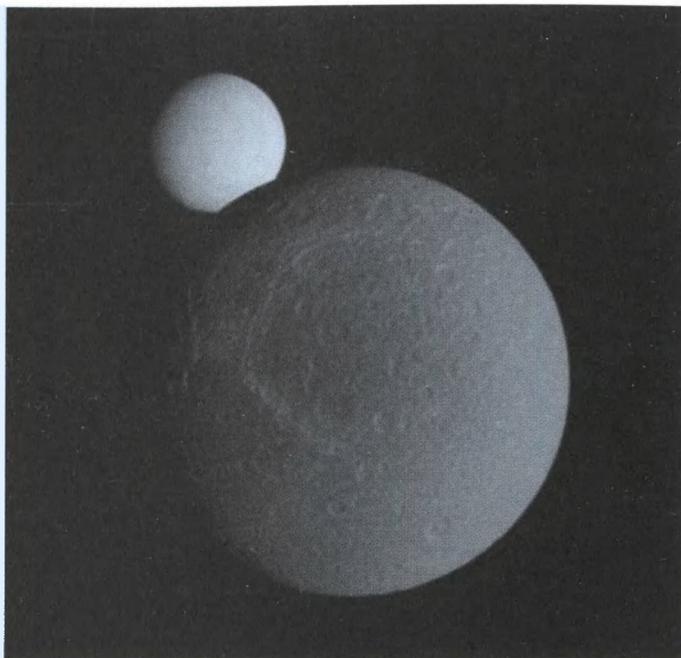
цией спутников из фрагментов, что могло происходить неоднократно.

Рассмотренные сценарии происхождения спутников Марса ведут к различным моделям их внутреннего строения. В 1987 г. такие пробные модели предложил автор совместно с ведущим российским геофизиком и планетологом *В.Н. Жарковым*. По нашему мнению, Фобос может представлять собой твердое ядро, покрытое слоем реголита. В случае повторной аккумуляции более вероятна структура в виде груды слабо связанных между собой крупных фрагментов неправильной формы (или даже система очень мелких фрагментов, столкновения которых определили топографию спутника в процессе повторной аккреции). Одна из моделей также допускает более плотное ядро и систему трещин в виде борозд, обнаруженных на Фобосе.

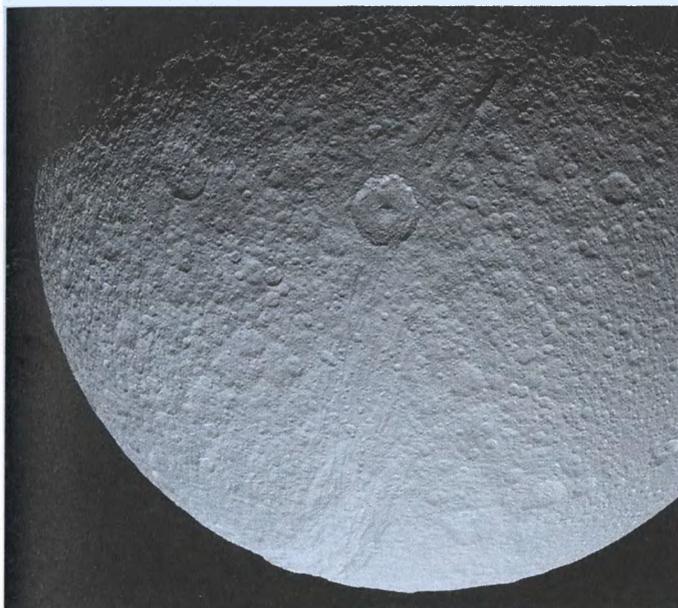
Выполнение предстоящих космических программ позволит уточнить строение спутников Марса и их происхождение. Это будет также способствовать решению одной из основных задач современно-естествознания – понять происхождение Солнечной системы, включая Землю.

### “Кассини”: новые снимки спутников Сатурна

В 2008 г. АМС “Кассини”, находящаяся на орбите искусственного спутника Сатурна с июля 2004 г., передала фотографии спутников этой планеты. 13 сентября 2008 г. с различных расстояний удалось сделать снимки Дионы (диаметр – 1120 км) и Энцелада (размеры – 513 × 503 × 497 км). 24 сентября 2008 г. сфотографирована Тефия (1071 × 1056 × 1051 км). Съемкой была охвачена ее поверхность в районе терминатора, здесь располагаются четыре больших кратера, получившие названия из гомеровской “Одиссеи”.



Спутники Сатурна Диона (на первом плане) и Энцелад. Фотографии двух лун сделаны под одним и тем же углом освещения. Снимки получены 13 сентября 2008 г. АМС “Кассини” с расстояния 877 тыс. км от Дионы (разрешение – 5 км) и 1.2 млн. км от Энцелада (разрешение – 7 км). Фото NASA.



Полностью в тени оказался кратер Пенелопа диаметром 360 км – один из крупнейших кратеров этого спутника Сатурна (второй по размеру после гигантского кратера Одиссей, его диаметр – 400 км). Кроме того,

Крупные кратеры на Тефии: в центре – Телемах, слева от него – Полифем, еще левее – Фемий. В центре изображения снизу вверх тянется гигантская трещина Итака. Снимок получен 24 сентября 2008 г. АМС “Кассини” с расстояния 151 тыс. км от Тефии (разрешение – 903 м). Фото NASA.



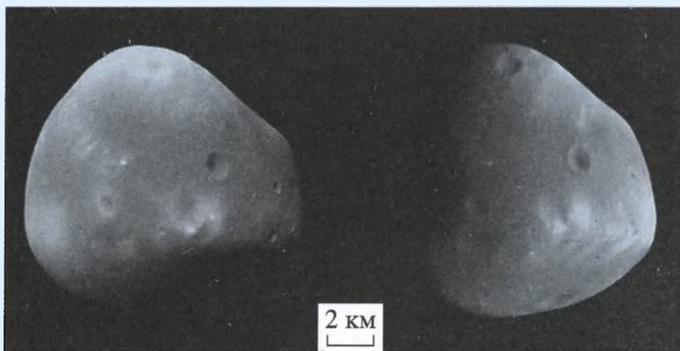
вблизи края диска Тефии заметны еще три крупных кратера – Полифем (так звали циклопа), Фемий (музыкант, развлекавший женихов Пенелопы) и Телемах (сын Одиссея). С севера на юг Тефии протянулась на 2 тыс. км огромная трещина Итака шириной 100 км и глубиной до 5 км. 24 ноября 2008 г. АМС “Кассини” сфотографировала Елену (36 × 32 × 30 км), которая движется по той же орбите, что и Диона, всегда опережая ее на 60°. Елена – один из маленьких спутников Сатурна. “Кассини” предстоит пролететь вблизи него и других более крупных спутников в 2009 г.

Спутник Сатурна Елена – “тройная” луна Дионы. Снимок получен 24 ноября 2008 г. АМС “Кассини” с расстояния 68 тыс. км от Елены (разрешение – 408 м). Фото NASA.

*Пресс-релизы NASA, 9, 13 и 19 января 2009 г.*

## Деймос: новые фотографии

21 февраля 2009 г. получены новые цветные снимки Деймоса с помощью камеры HiRISE АМС “Марсианский орбитальный разведчик” (“Mars Reconnaissance Orbiter”; Земля и Вселенная, 2005, № 6, с. 56; 2006, № 4, с. 88). На них можно различить детали размером до 60 м. Это лучшие из когда-либо сделанных снимков спутника Марса. Поверхность Деймоса гладкая, так как покрыта толстым слоем обломочных скальных пород или реголитом, за



Два изображения Деймоса, полученные с интервалом 5 ч 35 мин. Снимки сделаны 21 февраля 2009 г. АМС “Mars Reconnaissance Orbiter” с расстояния примерно 1 тыс. км (разрешение – 20 м). Фото NASA.

исключением свежих ударных кратеров.

*Пресс-релиз NASA, 21 марта 2009 г.*

## Полвека поиска сигналов внеземного разума

Г. М. РУДНИЦКИЙ,  
кандидат физико-математических наук  
ГАИШ МГУ

*В сентябре 2009 г. исполняется 50 лет со времени выхода в свет в журнале "Nature" исторической статьи американских физиков Дж. Коккони и Ф. Моррисона "Поиск межзвездных коммуникаций", в которой они впервые с научной точки зрения рассмотрели возможность поиска радиосигналов внеземных ци-*

*вилизаций (ВЦ). Проблема внеземных цивилизаций – это проблема изучения жизни и разума во Вселенной. Часть ее составляет поиск внеземных цивилизаций, внеземного разума (Search for Extra-Terrestrial Intelligence, сокращенно SETI). В настоящее время для поиска используется единственный канал свя-*

*зи – с помощью электромагнитных волн в радио-, инфракрасном, оптическом и рентгеновском диапазонах\*. За минувшие полвека проделана большая работа, в основном силами радиоастрономов. До сих пор все попытки выделить из космических шумов позывные внеземного разума остаются тщетными.*

### ПРОЕКТ "ОЗМА"

В 1959 г. Джузеппе Коккони и Филипп Моррисон проанализировали возможности радиосвязи с цивилизациями, существующими около ближайших звезд, и показали, что если они посылают в сторону Солнечной системы радиосигналы, используя близкую к нашей технику связи, то мы при наших средствах способны обнаружить их сигналы. Это стимулировало начало работ по поиску сигналов

ВЦ. Оставался еще один важный вопрос: на какой частоте искать предполагаемый сигнал ВЦ?

Дж. Коккони и Ф. Моррисон высказали предположение, что такой частотой должна быть частота радиолинии водорода 1420 МГц (длина волны 21 см). По их мнению, радиолиния водорода – созданный самой природой уникальный эталон частоты, поэтому все цивилизации, "не сговариваясь", выберут ее для установления связи. Кроме того, во-

дород – самый распространенный элемент во Вселенной. Исследования на волне 21 см дают очень ценные сведения о строении Галактики. Отсюда следует, что любая цивилизация, занимающаяся изучением космоса, даже если она и не помышляет о межзвездной связи, рано или поздно, обнаружив радиолинию водорода, несомненно, начнет вести наблюдения на частоте этой линии. Значит, если в этом диапазоне передавать сигналы, они могут быть обна-

\* Проблемы ВЦ и SETI регулярно обсуждаются на страницах журнала "Земля и Вселенная" начиная с 1965 г. (см. Указатель статей, Земля и Вселенная, 2002, № 5).

ружены в процессе обычных радиоастрономических наблюдений.

В то время, когда Дж. Коккони и Ф. Моррисон пытались привлечь внимание английских коллег к этой проблеме и убедить начать поиск сигналов, на их родине, в США, в Национальной радиоастрономической обсерватории (НРАО) уже велась подготовка к приему радиосигналов от внеземных цивилизаций на волне 21 см. Там же провели первые эксперименты по поиску сигналов ВЦ.

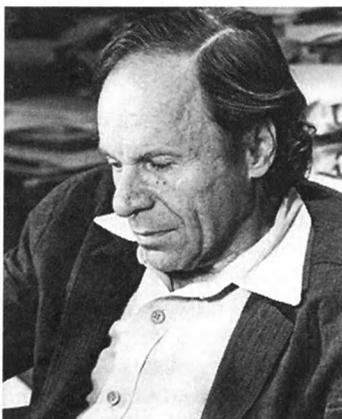
Первый проект по поиску сигналов ВЦ получил название “Озма” по имени принцессы из сказки Л. Баума “Озма из страны Оз”. К весне 1960 г. группа под руководством молодого радиоастронома Фрэнка Дрейка (США) закончила изготовление приемника для работы на волне 21 см. Приемник был установлен на радиотелескопе диаметром 26 м (по тому времени довольно крупном) в Обсерватории Грин Бэнк Национальной радиоастрономической обсерватории США. Для поиска сигналов были выбраны две звезды солнечного типа  $\tau$  Кита и  $\epsilon$  Эридана, расположенные на расстоянии около 11 св. лет от Солнца. В апреле 1960 г. началось “прослушивание” неба на данной волне. В 1961 г. Ф. Дрейк опубликовал уравнение для оценки числа разумных цивилизаций в Галактике. Впоследствии он занимался поисками радиосигналов ВЦ в Местной Группе галактик (а также в оптическом



*Дж. Коккони (1914–2008) – один из пионеров SETI, бывший директор Центра ядерных исследований в Женеве (CERN).*

диапазоне спектра), в настоящее время участвует в создании в Калифорнии радиотелескопа Аллена, предназначенного для поиска сигналов ВЦ.

Во время выполнения проекта “Озма” произошел драматический эпизод, о котором стоит упомянуть. В один из дней, когда звезд



*Ф. Моррисон (1915–2005) – один из основоположников исследования проблемы SETI, участник Манхэттенского проекта.*

да  $\tau$  Кита появилась над горизонтом, самописцы зарегистрировали мощный периодический сигнал, он отчетливо прослушивался через громкоговоритель. Наблюдатели были настолько ошеломлены, что не догадались отвести антенну от звезды. Вскоре сигнал прекратился. Когда на следующий день сигнал появился вновь, все уже подготовились к приему: антенну отвели от звезды, но сигнал продолжал звучать. Значит, это была земная помеха, никак не связанная со звездой. Позже установили и источник сигнала: им оказался новый армейский радиолокатор.

Эксперимент по проекту “Озма” продолжался около трех месяцев. Если бы в течение этого времени с одной из звезд послали сигнал в сторону Солнечной системы, то в момент, когда на нее был направлен земной радиотелескоп, мы такой сигнал обнаружили бы. Радиотелескоп мог принять сигнал на частоте 1420.4 МГц с полосой не более 100 Гц и эффективной мощностью  $10^{13}$  Вт, что соответствует передатчику мощностью 1 МВт, работающему с антенной диаметром 200 м. Но этого не произошло. Радиотелескоп требовался для выполнения других программ, и эксперимент по проекту “Озма” пришлось приостановить.

НАЧАЛО SETI В НАШЕЙ СТРАНЕ

В начале 1960-х гг. проблемой поиска внеземных цивилизаций заинтересо-



вались советские ученые. Первым, кто обратил на нее внимание, был наш выдающийся астрофизик *Иосиф Самуилович Шкловский*. В 1960 г. он опубликовал в журнале "Природа" большую статью "Возможна ли связь с разумными существами других планет?", а в 1962 г. вышла его знаменитая книга "Вселенная, жизнь, разум". Она сыграла очень большую роль в развитии исследований по поиску внеземного разума как у нас в стране, так и за рубежом. Последнее, 7-е, издание книги вышло в 2006 г., 21 год спустя после смерти И.С. Шкловского, но

она и сейчас сохраняет свое значение.

И.С. Шкловский всегда живо обсуждал научные проблемы со своими учениками и коллегами. Он умел увлекать идеями и заражать энтузиазмом. Любимый ученик И.С. Шкловского *Николай Семёнович Кардашёв* глубоко заинтересовался проблемой связи с внеземными цивилизациями и выдвинул очень важные идеи в этой области. Впоследствии он стал академиком и одним из признанных мировых лидеров в проблеме ВЦ. Свои главные идеи Н.С. Кардашёв изложил в статье "Передача инфор-

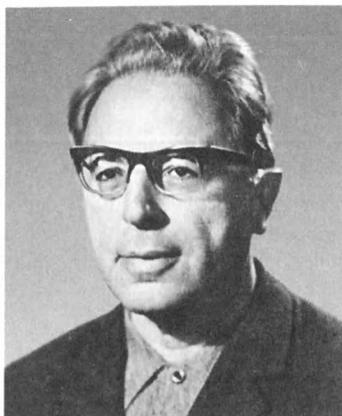
*Участники первого эксперимента по поиску сигналов ВЦ ("Озма", 1960 г.) на фоне 26-м радиотелескопа НРАО, США. Второй справа в верхнем ряду (и во врезке) – Ф. Дрейк. 1985 г.*

мации внеземными цивилизациями", которую опубликовал в 1964 г. в "Астрономическом журнале". Н.С. Кардашёв считал, что при поиске внеземных цивилизаций надо ориентироваться не на цивилизации нашего уровня, а на высокоразвитые цивилизации, технический уровень которых намного превосходит уровень земной

цивилизации. Н.С. Кардашёв разделил все цивилизации на три типа. К первому (I) он отнес цивилизации с уровнем энергопотребления порядка  $10^{13}$  Вт, что близко к уровню нашей цивилизации; ко второму (II) типу – цивилизации с уровнем энергопотребления около  $10^{26}$  Вт, это мощность, излучаемая звездами типа Солнца; к третьему (III) типу – цивилизации с уровнем энергопотребления  $10^{37}$  Вт, это суммарная мощность излучения всех звезд Галактики.

Расчеты показали, что цивилизации II и III типов, обладая такой гигантской мощностью, могут вести всенаправленную передачу сигналов (то есть сразу по всем направлениям в пространстве) в очень широкой полосе частот (что значительно облегчает их поиск), и при этом сигналы могут быть обнаружены с помощью нашей современной техники на очень больших расстояниях: для цивилизаций II типа – всюду в пределах Галактики или даже в соседних галактиках, а для цивилизаций III типа – всюду в пределах наблюдаемой области Вселенной. Это открывало хорошие перспективы для поиска сигналов ВЦ. Конечно, надо было еще определить оптимальный диапазон радиосвязи и решить множество других вопросов.

В мае 1964 г. в Бюраканской астрофизической обсерватории собрались астрономы, радиофизики, специалисты по космической связи и ученые дру-



*Член-корреспондент АН СССР И.С. Шкловский (1916–1985) – основоположник исследований в области SETI в нашей стране.*

гих специальностей. Это было первое Всесоюзное совещание по проблеме поиска внеземных цивилизаций. Его участники пришли к выводу, что *проблема контакта с внеземными цивилизациями является важной и актуальной научной проблемой, и необходимо начать работу в этом направлении.*



*Академик Н.С. Кардашёв – известный радиоастроном и активный исследователь проблемы ВЦ.*

Непосредственным продолжением широкого общения ученых разных стран, прежде всего СССР и США, можно считать многочисленные международные симпозиумы и конференции по проблемам внеземной жизни и внеземного разума. Это, в первую очередь, три советско-американские встречи, проведенные в 1971 г. в Бюракане, в 1981 г. – в Таллине и в 1991 г. – в Санта-Крус в Калифорнии, а также ряд мероприятий Международного астрономического союза (МАС). В 1982 г. была организована Комиссия МАС № 51 “Биоастрономия” для координации работ в области поиска жизни и разума во Вселенной. В июле 2007 г. в Пуэрто-Рико состоялось совещание данной Комиссии.

#### ПЕРВЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ SETI В СССР

В 1964 г., сразу после Всесоюзного совещания в Бюракане, две группы радиоастрономов (московская и нижегородская) приступили к разработке проектов поиска радиосигналов ВЦ. Первый эксперимент осуществили в 1966 г. в г. Горьком (ныне Нижний Новгород) под руководством выдающегося советского радиофизика и радиоастронома *Всеволода Сергеевича Троицкого*. Использовался сравнительно скромный радиотелескоп диаметром 15 м. Наблюдения велись в диапазоне 30 см. В.С. Троицкому удалось сплотить группу энтузиастов, которые под его руководством

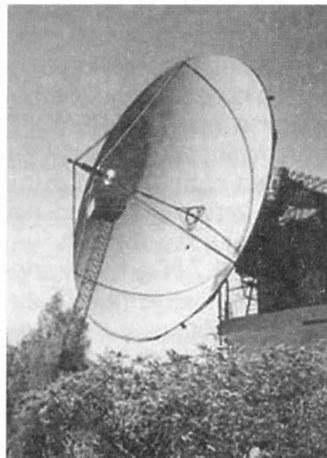
создали совершенный спектроанализатор, позволявший получать спектры в полосе 2 МГц с разрешающей способностью 13 Гц. Наблюдались 11 близлежащих звезд солнечного типа:  $\tau$  Кита,  $\epsilon$  Эридана, GJ380 Большой Медведицы, 47 Большой Медведицы,  $\pi$  Большой Медведицы,  $\beta$  Гончих Псов,  $\rho$  Волос Вероники,  $\eta$  Геркулеса,  $\iota$  Возничего,  $\psi^5$  Персея,  $\eta$  Волопаса. Кроме перечисленных звезд в эксперименте В.С. Троицкого наблюдалась одна из ближайших к нам галактик – Туманность Андромеды, насчитывающая сотни миллиардов звезд. Если бы на планете одной из них радиоастрономы направили свой передатчик на Солнце в тот момент, когда радиотелескоп В.С. Троицкого смотрел на эту галактику, мы, возможно, смогли бы зафиксировать их сигнал. Но этого не произошло. Время наблюдения каждой звезды и галактики М 31 в эксперименте В.С. Троицкого было слишком мало. Это была первая проба, планировалось в дальнейшем продолжить исследования, но осуществить эти планы не удалось.

После пионерских работ Ф. Дрейка и В.С. Троицкого были проведены десятки экспериментов по поиску сигналов в радио- и оптическом диапазонах. Первоначально поиск осуществлялся только в СССР и США. Затем эксперименты проводились в Канаде, Австралии, Франции, Германии, Нидерландах, Японии и Аргентине.



*Член-корреспондент АН СССР В.С. Троицкий (1913–1996) – руководитель первого в нашей стране эксперимента по поиску ВЦ.*

Прошли многочисленные конференции по проблеме SETI. Постепенно она стала превращаться в признанное и авторитетное научное направление. Тогда же возник и сам термин SETI. Но исторически первым был термин CETI

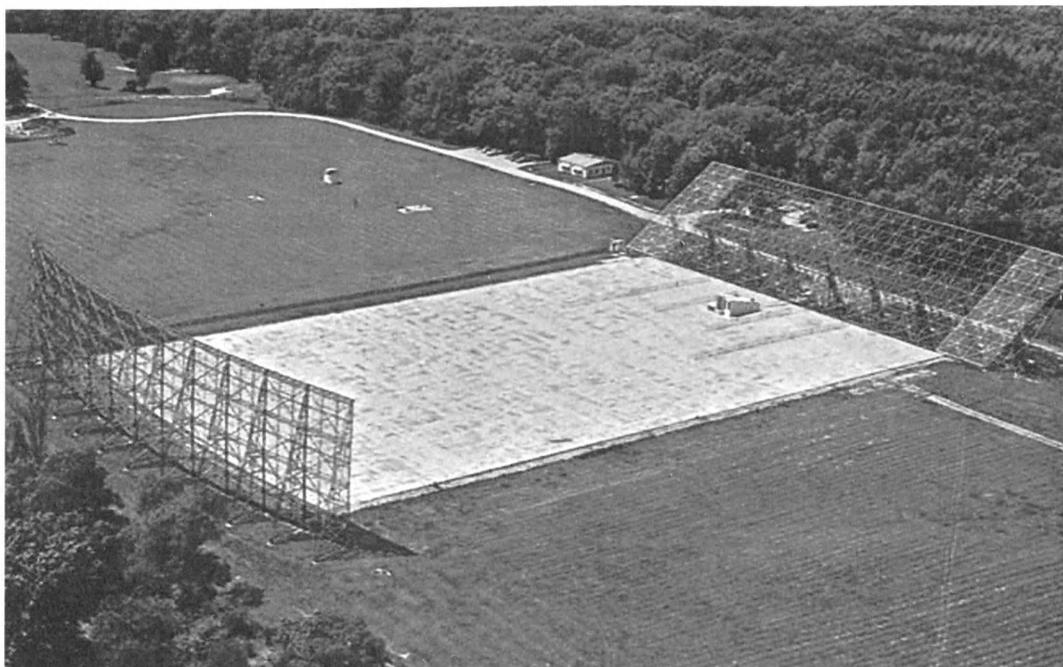


*15-м радиотелескоп в Зименках, на котором в 1966 г. осуществили первый в СССР эксперимент SETI.*

(Communication with Extraterrestrial Intelligence – связь с внеземными цивилизациями), предложенный профессором *Рудольфом Пешеком* (Чехословакия) в 1965 г. Он продержался примерно до середины 1970-х гг., когда постепенно стал вытесняться термином SETI. Основанием для такой замены послужило осознание того обстоятельства, что, прежде чем говорить об установлении связи с ВЦ, необходимо их обнаружить. Нет возможности, да и необходимости перечислять все эксперименты по поиску сигналов ВЦ. Расскажем о некоторых из них.

#### ОГАЙСКИЙ ОБЗОР

Начиная с 1973 г. на радиоастрономической обсерватории Университета Огайо (США) проводился полный обзор всего неба на частоте радиолинии водорода 21 см. Использовался радиотелескоп системы Крауса с двумя отражателями: неподвижным параболическим рефлектором, направленным в плоскости меридиана на юг, и подвижным плоским отражателем. Площадь радиотелескопа –  $110 \times 20 \text{ м}^2$ , что эквивалентно параболоиду диаметром около 50 м. Вследствие суточного вращения небесной сферы через неподвижную диаграмму радиотелескопа в течение суток проходили все радиоисточники с заданным склонением. Затем наклон плоского отражателя изменялся, и в следующие сутки наблюдались радио-

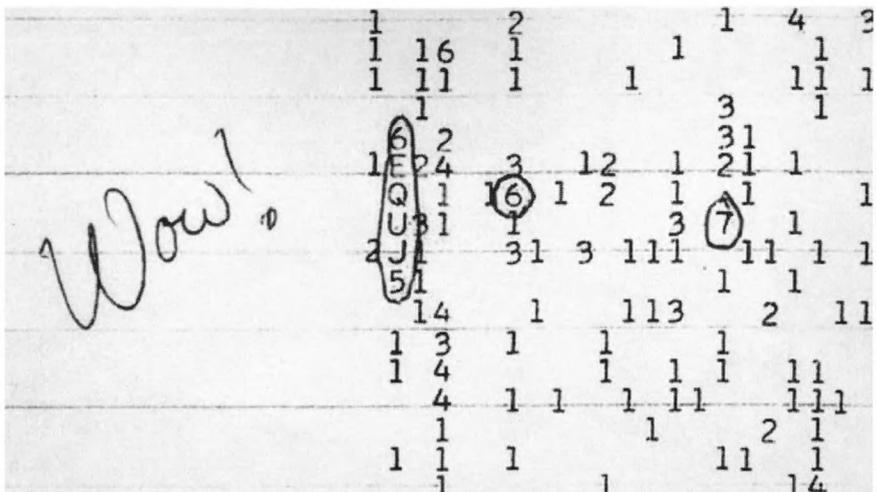


*Двухзеркальный радиотелескоп Big Ear (большое ухо) системы Крауса (Университет Огайо, США), на котором с 1973 г. проводился поиск сигналов ВЦ на волне 21 см.*

источники с новым значением склонения. Так постепенно проводился обзор всего неба. Телескоп обладал так называемой “ножевой” диаграммой (вытянутой в вертикальном направлении), что позволяет более быстро провести обзор неба. При этом размер диаграммы был таков, что если взять все звезды спектральных классов F, G, K в радиусе тысячи световых лет от Солнца, то в любой момент времени какие-то три из них должны находиться в “поле зрения” радиотелескопа.

Этот обзор неба по программе SETI начался в декабре 1973 г. Вначале использовался 8-канальный приемник, вскоре число каналов довели до 50, при этом полоса каждого канала составляла 10 кГц. В начале 1990-х гг. число каналов увеличили до 3 тыс., и планировалось подключить к приемнику спектроанализатор “SERENDIP” (об этой системе будет сказано далее) с 4 млн каналов, что позволило перекрыть всю область частот 1.4–1.7 ГГц. К сожалению, этот уникальный инструмент больше не существует. Из-за финансовых трудностей Университету Огайо пришлось продать земельный участок, где располагался телескоп. В начале 1998 г. телескоп демонтировали, на его месте построен коттеджный поселок...

За время проведения SETI-обзора в обсерватории Университета Огайо астрономы обнаружили ряд интересных объектов, в том числе холодные межзвездные водородные облака, излучающие в очень узкой полосе частот. Зарегистрировано несколько подозрительных источников, которые, к сожалению, наблюдались лишь однажды и больше не появлялись, но по своим характеристикам мало походили на земные помехи. 15 августа 1977 г. зарегистрирован особенно впечатляющий сигнал “Wow!” (ого-го!) – так воскликнул взволнованный оператор, записавший это слово около сигнала на ленте самописца. Очень мощный сигнал, намного превышающий уровень шума, наблюдался только в нескольких спектраль-



Оригинальная запись сигнала "Wow!", принятого на волне 21 см на радиотелескопе в Огайо 15 августа 1977 г.

ных каналах. Характеристики его указывали на явно внеземное происхождение. Источник сигнала был расположен в созвездии Стрельца, вблизи плоскости эклиптики, а также недалеко от направления на центр Галактики. Экваториальные координаты источника на эпоху 1950 г.:  $\alpha = 19^{\text{h}}22^{\text{m}}29^{\text{s}}$ ,  $\delta = -27^{\circ}03'$ . Сигнал наблюдался очень короткое время, а затем исчез и больше не появлялся.

С помощью Очень Большого Телескопа (VLA, NRAO) в штате Нью-Мексико впоследствии были построены подробные радиокарты этого участка неба. Найден ряд радиоисточников, но все они оказались природными, широкополосными излучателями, большинство из них – радиогалактики и квазары. Отождествить сигнал "Wow!" так и не удалось.

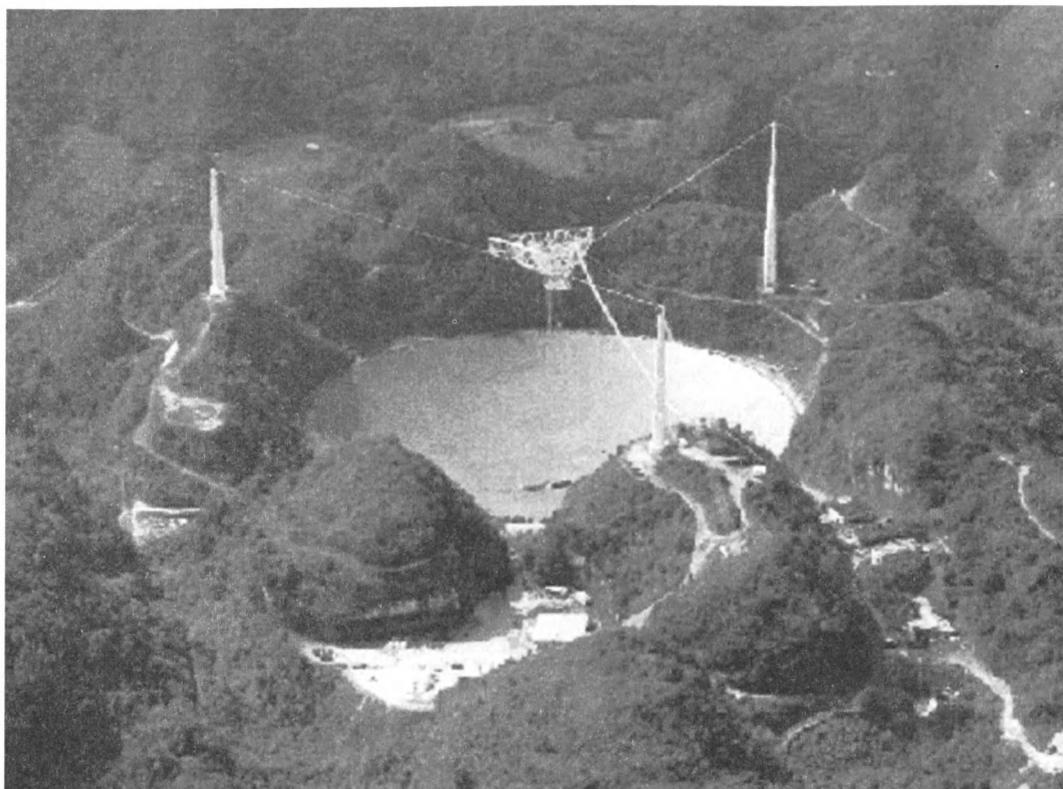
#### ПОИСК ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ СО ВСЕНАПРАВЛЕННЫХ АНТЕНН

В 1970-х гг. в СССР были предприняты поиски импульсных сигналов из космоса с помощью ненаправленных (или иначе – всенаправленных) радиантенн. Это важно потому, что мы не знаем, откуда должен прийти сигнал, и, значит, неизвестно, куда направлять антенну. Всенаправленную антенну куда наводить не надо: она принимает излучение со всего неба. Конечно, применяя такие антенны, мы сильно проигрываем в мощности сигнала, поэтому таким способом можно зарегистрировать только очень мощные сигналы. Эксперимент рассчитывался на прием мощных импульсных сигналов, играющих роль позывных. Данные сигналы может пе-

редавать или очень развитая в техническом отношении цивилизация, или цивилизация, расположенная очень близко от нас.

При работе с ненаправленными антеннами возникает серьезная трудность: в антенну попадают любые сигналы, в том числе земные помехи. Как отличить помехи от сигнала, приходящего из космоса? Один из методов состоит в том, чтобы проводить наблюдения одновременно в нескольких пунктах. Местная земная помеха будет наблюдаться только в одном из пунктов, а сигнал космического происхождения – сразу во всех пунктах (или в нескольких из них). Отбирая такие сигналы (а они будут достаточно редки), мы можем попытаться найти среди них позывные ВЦ.

Поиски импульсных сигналов проводили две груп-



305-м радиотелескоп Обсерватории Аресибо (Пуэрто-Рико), на котором с 1991 г. ведутся поиски сигналов ВЦ на волне 21 см.

пы радиоастрономов: горьковская группа (НИРФИ) под руководством В.С. Троицкого и московская группа (ИКИ АН СССР и ГАИШ МГУ) под руководством Н.С. Кардашёва. Горьковская группа вела наблюдения на Дальнем Востоке (г. Уссурийск), в Горьковской области (Зименки, Васильсурск, Пустынь), в Мурманской области (Туллома), в Крыму (Карадаг), а также на борту научно-исследовательского судна «Академик Курчатов» в акватории Атлантики. Мос-

ковская группа наблюдала на Кавказе (долина реки Маруха, недалеко от САО), на Памире и Камчатке. Один из приемников установили также на борту АМС «Марс-7», летевшей к Марсу в конце 1973 г. – начале 1974 г.

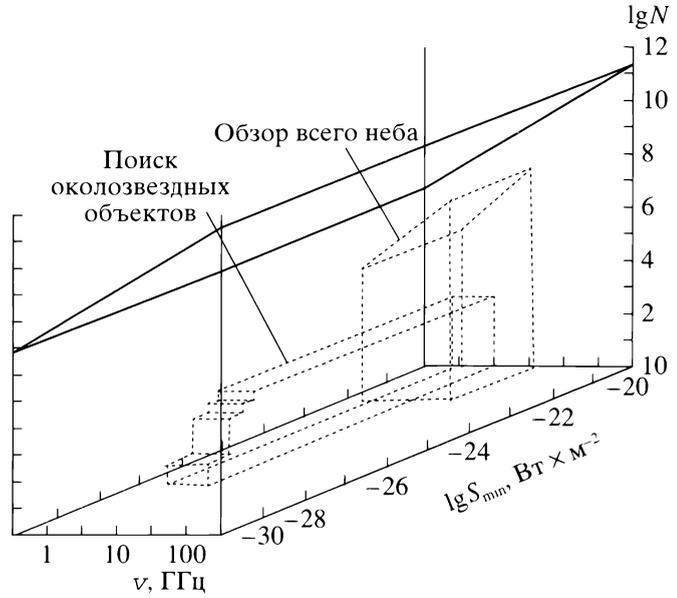
Наблюдения проводились в течение нескольких лет. Были зафиксированы многочисленные случаи сигналов с искусственных спутников Земли, но сигналы ВЦ, к сожалению, не обнаружили. Правда, горьковским радиоастрономам в определенной степени повезло: во время наблюдений они открыли неизвестное ранее спорадическое (нерегулярное) радиоизлучение, генерируемое в ионосфере и магни-

тосфере Земли. Это пример побочного результата, который может быть получен при поисках сигналов ВЦ.

#### НЕКОТОРЫЕ ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРОЕКТЫ

Из примерно 120 проектов, выполненных в других странах, упомянем лишь несколько отличительных. В 1975–1976 гг. Ф. Дрейк и американский астроном, популяризатор науки *Карл Саган* (1934–1996) попытались найти цивилизацию II типа в Местной группе галактик. Они в течение приблизительно 100 ч исследовали четыре галактики на крупнейшем в мире 305-м радиотелескопе в Аресибо

Космический “стог сена” (выделен исследованный объем пространства Вселенной). Показаны только три измерения:  $\nu$  – частота,  $S_{min}$  – минимальный обнаружимый поток излучения,  $N$  – число исследованных направлений на небе, зависящее от выбранной стратегии поиска.



(США). Использовались частоты радиолиний водорода 21 см и гидроксила 18 см. Общая полоса анализа составляла 3. МГц, разрешающая способность – 1 кГц.

В 1978 г. американский астрофизик *Поль Горовиц* исследовал 185 звезд солнечного типа на волне 21 см. Предполагалось, что цивилизация-отправитель специально посылает сигналы в сторону Солнечной системы. Поиски проводились в очень узкой полосе  $\pm 500$  Гц. В этой работе достигнуто рекордные спектральное разрешение 0.015 Гц (!) и чувствительность  $10^{-28}$  Вт/м<sup>2</sup>. В том же году его коллега *Н. Коэн* с помощью радиотелескопа обсерватории Аресибо выполнил поиск сигналов от 25 шаровых скоплений. Известно, что в шаровых скоплениях сотни тысяч звезд. Их угловые размеры невелики, поэтому поиск сигналов от шаровых скоплений в какой-то мере напоминает поиск сигналов от других галактик.

В ноябре 1984 г. в Беркли (Калифорния, США) основали Институт SETI (<http://www.seti.org>). В числе его руководителей – основоположники SETI *Ф. Дрейк* и *Джилл Тартер*.

Институт занимается астробиологией, разработкой проектов поиска радиосигналов ВЦ и популяризацией проблемы SETI. В настоящее время Институт осуществляет поиск сигналов ВЦ по проекту “**Феникс**” (“Phoenix”) с обзором всего неба.

#### КОСМИЧЕСКИЙ “СТОГ СЕНА”

К началу 1980-х гг. во всем мире было проведено около 40 экспериментов по поиску сигналов ВЦ в радио- и оптическом диапазонах. Много это или мало?

В свое время *Ф. Дрейк* сравнил поиск сигнала ВЦ с поиском иголки в космическом “стоге сена”. Под “стогом” он понимал некоторый объем в гиперпространстве, имеющем девять измерений: три пространственные координаты, время, два направления поляризации, частота

сигнала, модуляция, мощность сигнала. В сечении космического “стога сена” оставлены лишь три измерения: частота, чувствительность приемной аппаратуры и число направлений на небе ( $N$ ), в которых надо производить поиск. Частотный диапазон (от 300 МГц до 300 ГГц) почти весь доступен для наблюдений с поверхности Земли. Величина  $N$  зависит от выбранной стратегии поиска. Если поиск направленный и производится обследование, например, всех известных нам звезд солнечного типа,  $N$  может быть выше  $10^5$ . Для ненаправленного поиска (обзор всего неба) значение  $N$  определяется площадью участка неба, охватываемого диаграммой направленности радиотелескопа при одном наблюдении. Желательно вести наблюдения с крупными антеннами, это позволяет обна-

ружить слабые сигналы. Но большие антенны имеют очень высокую направленность, узкую диаграмму. Поэтому, чтобы охватить значительную часть неба, нужно сильно увеличить  $N$ , что удлинит время обзора. Обзоры с малыми антеннами дают возможность провести поиск меньше  $N$ , так как при одном наведении телескопа охватывается большая площадь неба, но ниже чувствительность такого поиска. Величина чувствительности приемной аппаратуры  $10^{-20}$  Вт  $\times$  м<sup>-2</sup> – рядовое значение для современных радиоастрономических наблюдений. Рекордная величина – около  $10^{-23}$  Вт  $\times$  м<sup>-2</sup>, но для обнаружения передатчика, например такого, как радиотелескоп Аресибо (мощность  $10^{13}$  Вт), в пределах Галактики потребуется чувствительность  $10^{-30}$  Вт  $\times$  м<sup>-2</sup>, намного выше современной.

Все обзоры SETI, выполненные на начальном этапе исследований, до 1980 г., охватывали лишь около  $10^{-17}$  объема космического “стога сена”. В последние годы положение заметно улучшилось, но все равно охваченная доля “стога” не превышает  $10^{-10}$ . Таким образом, пока не стоит отчаиваться по поводу отрицательных результатов поиска, так как остается еще широчайшее поле для деятельности. Прежде всего, нужно стремиться к улучшению чувствительности. Однако при наземных наблюдениях это становится с каждым годом труднее, так как уровень помех все

время возрастает. Необходимо также выделить в “стоге” области, наиболее перспективные с точки зрения стратегии поиска. Это обеспечивается тщательным отбором целей для направленного поиска. В последнее время много внимания уделялось оптимизации стратегии SETI. В направленный поиск обычно включают звезды, удовлетворяющие таким требованиям:

- стационарные;
- звезды спектральных классов F, G, K (близких к солнечному), принадлежащие к главной последовательности;
- одиночные, так как в системе двойной или кратной звезды едва ли могут существовать стабильные орбиты планет.

В результате отбора звезд согласно перечисленным критериям можно составить списки тысяч наиболее подходящих объектов для целенаправленных поисков сигналов ВЦ.

ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ  
XX в. – НАЧАЛО XXI в.

В числе других проектов с 1995 г. на 26-м радиотелескопе в Гарварде (США) проводился проект “BETA” (Billion-channel ExtraTerrestrial Assay – поиск внеземного разума с миллиардами спектральных каналов) под руководством П. Горовица. Проект включал обзор всего северного неба на волнах 18–21 см. Вначале использовался приемник из 80 млн. спектральных каналов, планируется увели-

чение их числа до 6 млрд. Этот проект, “META-II” (Megachannel ExtraTerrestrial Assay – поиск внеземного разума с многоканальным приемником), распространен также на южное небо: наблюдения ведутся на 34-м антенне в Аргентине вблизи Буэнос-Айреса.

В России SETI-наблюдения проводились на радиотелескопе РАТАН-600 Л.Н. Филипповой совместно с сотрудниками САО РАН. Исследовались ближайшие звезды солнечного типа (в том числе с недавно открытыми у них планетными системами!) одновременно на длинах волн 1.38–13 см.

С 1990 г. крупнейшую программу SETI планировалось реализовать в рамках NASA. Программа “HRMS” (High-Resolution Microwave Search – поиск в микроволновом диапазоне с высоким разрешением) предусматривала обзор всего неба в диапазоне частот 1–10 ГГц и целевой поиск в направлении 1000 ближайших звезд в диапазоне 1–3 ГГц с более высокой чувствительностью и с лучшим разрешением по частоте. Использовался ряд крупнейших радиотелескопов мира, в том числе 305-м радиотелескоп в Аресибо и 64-м антенна в Австралии для наблюдений звезд южного неба, недоступных из Северного полушария Земли. Однако в 1993 г. Конгресс США прекратил финансирование “HRMS”. После этого Институту SETI пришлось прибегнуть к помощи частных спонсоров. Работу по обзору ближайших

Антенны системы, построенной по проекту "АТА" в Обсерватории Хэт Крик (штат Калифорния, США) специально для поиска сигналов ВЦ.



звезд продолжили в рамках проекта "Феникс", используя многоканальный приемник (28 млн. каналов с полосой частот 1 Гц каждый). Наблюдения продолжаются в диапазоне 1.2–1.75 ГГц на радиотелескопах Аресибо и 76-м телескопе Обсерватории Джодрелл Бэнк (Великобритания). Ежегодно наблюдения занимают около трех недель, за это время удается охватить около 200 звезд.

Проект **"SERENDIP"** (Search for Extraterrestrial Radio Emissions from Nearby Developed Intelligent Populations – поиск внеземного радиоизлучения от ближайших развитых разумных сообществ) реализуется на радиотелескопах США, Италии и Австралии. В последнее время на 300-м антенне в Аресибо проводились наблюдения по программе "SERENDIP-IV" на волне 21 см в "сопутствующем режиме", при этом на телескопе идут параллельно наблюдения по другим астрофизическим программам. Круглосуточно проводился поиск узкополосных сигналов от всего неба с приемником из 168 млн. каналов. Объем получаемой информации столь велик, что руководители проекта обратились за помощью к мировому сообществу любителей SETI с предложением

обрабатывать получаемые данные на персональных компьютерах (см. о проекте SETI@home далее).

В октябре 2004 г. много шума наделало сообщение о "сигнале SHGb02+14a", который был трижды принят на волне 21 см телескопом в Аресибо из области неба на границе созвездий Рыб и Овна и обладал всеми признаками внеземного сигнала. Однако, как и в случае огайского сигнала "Wow!", "сигнал SHGb02+14a" так и не удалось зафиксировать повторно. Вероятно, это была просто помеха.

В ближайшие годы специально для целей SETI впервые будет создана система из 350 антенн диаметром 6 м каждая в рамках проекта **"АТА"** (Allen Telescope Array – множество телескопов Аллена). Она резко повысит чувствительность обзора неба, и его эффективность возрастет в сотни раз по сравнению с прошлыми проектами. "АТА" строится в Обсерватории Хэт Крик (Калифорния), в 2007 г.

вступили в работу 42 радиотелескопы.

Большие надежды в поиске SETI возлагаются и на другую будущую радиоастрономическую систему – **"SKA"** (Square Kilometer Array – площадь одного квадратного километра). Систему из нескольких тысяч относительно небольших антенн размером в несколько метров и общей площадью 1 км<sup>2</sup> планируется построить в Южном полушарии Земли, скорее всего в Австралии или ЮАР. "SKA" намного превзойдет по чувствительности все действующие радиотелескопы и даст новый импульс развитию радиоастрономической науки в целом, включая решение проблемы SETI в радиодиапазоне.

ПРОЕКТЫ SETI В ВИДИМОМ ДИАПАЗОНЕ

Идея поиска сигналов ВЦ в оптическом диапазоне зародилась в 1961 г., когда американские физики *Чарльз Таунс* (лауреат

Нобелевской премии, создатель квантовых генераторов света – лазеров) и Роберт Шварц предложили использовать лазеры для межзвездной связи. Оптический диапазон имеет ряд преимуществ перед радиоволнами. С помощью мощного зеркала диаметром в несколько метров можно достичь высокой концентрации энергии в заданном направлении (например, на какую-либо выбранную близкую звезду солнечного типа). Дальность связи еще более возрастет, если посылать сигнал в виде коротких импульсов, так как мощность во время импульса длиной в миллиардные доли секунды может в миллиард раз превышать среднюю мощность излучения. У наиболее мощных современных лазеров во время импульса мгновенная мощность достигает  $10^{15}$ . Световые импульсы такой мощности могут быть обнаружены современными средствами наблюдательной астрономии от объектов на расстоянии до 20–30 св. лет. Кроме того, лазерный луч, посылаемый в виде коротких импульсов, способен нести гораздо больше информации, чем радиоволна.

Мы знаем, что длительное время поиск ВЦ вели в основном в радиодиапазоне. Однако в последнее десятилетие повысился интерес к исследованию в видимом диапазоне. Появились новые проекты, в их числе “OSETI” (Optical Search for Extra Terrestrial Intelligence – поиск внеземного разума в видимом

диапазоне). Осуществлены проекты поиска непрерывных и прерывистых (импульсных) оптических сигналов от нескольких звезд солнечного типа и галактик. Такие наблюдения выполнены советскими астрофизиками В.Ф. Шварцманом и Г.М. Бескиным на телескопах САО РАН, включая 6-м телескоп БТА. Выполнены поиски сигналов “OSETI” от ближайших звезд на ряде крупнейших телескопов, в частности на 10-м телескопе Обсерватории Кек (Гавайские острова). С 1990 г. в Коламбусе (Огайо, США) действует на постоянной основе специальная обсерватория COSETI (Columbus Optical SETI Observatory) с телескопом диаметром 25 см, ее основная задача – поиск сигналов ВЦ в оптическом диапазоне. Создатель и директор обсерватории Стюарт Кингсли уверен в успехе и считает, что в ближайшие годы основные усилия по поиску ВЦ сосредоточатся на видимом диапазоне, поэтому “OSETI” имеет хорошие перспективы. По этому проекту в Гарварде (США) вступает в строй еще одна оптическая обсерватория с телескопом диаметром 1.8 м. В развитии “OSETI” смогут принять участие и астрономы-любители, имеющие небольшие телескопы. Согласованная работа по изучению одних и тех же звезд с помощью многих телескопов, расположенных на разных континентах, резко повысит вероятность обнаружения оптических импульсов искусственного происхождения.

С запуском космических оптических обсерваторий существенно расширятся возможности обнаружения сигналов ВЦ. Например, стоит упомянуть американские космические обсерватории “Кеплер” (см. заметку в этом номере) и перспективную “TPF” (Terrestrial Planet Finder – поиск планет земного типа), которую планируют запустить после 2010 г. На “TPF” установят четыре телескопа с зеркалами диаметром 3.5 м, с помощью которых будут наблюдать планеты у ближайших звезд. Возможно, с помощью обсерваторий “Кеплер” и “TPF” специалисты займутся поисками импульсных световых сигналов ВЦ.

#### ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В конце XX в. неожиданно бурное развитие получило любительское направление SETI. Поскольку поиск сигналов ВЦ требует очень высокой чувствительности, наиболее серьезные исследования проводятся профессиональными радиоастрономами. В 1983 г. американский инженер Р. Грей с несколькими сотрудниками построил у себя в саду под Чикаго “Малую SETI-обсерваторию”, оснащенную 4-м радиотелескопом и приемником на волну 21 см. Приемник имел 256 спектральных каналов, обеспечивая разрешение 40 Гц. Несмотря на скромную антенну, была достигнута чувствительность того же порядка, что и в про-



екте "Озма". Наблюдения проводились ежедневно в вечерние часы. Значительное время было уделено области неба, где наблюдался сигнал "Wow!".

В нашей стране любительский (учебный) проект "Аэлита" (в честь героини одноименного романа А. Толстого) выполнялся с конца 1980-х гг. под руководством Л.Н. Филипповой во Всероссийском детском центре "Орленок" вблизи Туапсе. Использовались переданная "Орленку" САО РАН 3-м антенна от солнечного радиотелескопа и приемная аппаратура, разработанная специалистами Института радиофизики и электроники Академии наук Армении.

В 1994 г. в США основали Лигу SETI (SETI League) как всемирную организацию, объединяющую лю-

бителей астрономии, радиолюбителей, профессиональных радиоастрономов, специалистов по цифровой обработке сигналов. Лига создана с целью систематического научного изучения и поиска внеземной жизни, ее сотрудники разработали экспериментальный проект "Аргус". Он рассчитан на поиск сигналов с помощью небольших 5-м антенн, соединенных в сеть. На сайте Лиги представлена разнообразная информация о ее деятельности и проблеме SETI. Еще один интересный проект – "SETI@HOME" (поиск внеземного разума из дома), в котором участвуют миллионы персональных компьютеров во всем мире. Проект состоит в обработке данных, получаемых по программе "SERENDIP-IV" на радио-

*Участники проекта "Аэлита" (поиск сигналов ВЦ с помощью 3-м радиоантенны). Пионерский лагерь "Орленок". 1989 г.*

телескопе в Аресибо. Полное компьютерное время, затраченное на обработку данных, уже составило несколько миллионов лет. За все время работы "SETI@HOME" найдено около 150 реальных сигналов, в большинстве – от космических аппаратов. Любой обладатель компьютера, подключенного к Интернету, может стать участником проекта, обратившись к сайту Университета Калифорнии в Беркли (<http://setiathome.berkeley.edu/>), и, если повезет, оказаться в числе первооткрывателей ВЦ.

### Запуск космического телескопа “Кеплер”

7 марта 2009 г. с космодрома Канаверал с помощью РН “Дельта-2” запущен космический телескоп “Кеплер” (NASA; см. стр. 1 обложки). Телескоп назван в честь великого немецкого астронома И. Кеплера (1571–1630). “Кеплер” вышел на гелиоцентрическую орбиту: расстояние в перигелии – 144.66 млн. км (0.967 а.е.), в афелии – 155.73 млн. км (1.041 а.е.), наклонение к плоскости эклиптики –  $0.5^\circ$ , период обращения – 367.4 сут. Такая орбита позволяет избавиться от возмущений,

вызванных гравитационным и магнитным полями и атмосферой Земли. Срок работы обсерватории – до 6 лет.

Масса космического аппарата, представляющего собой обсерваторию, – 1052.4 кг, длина – 4.7 м и диаметр – 2.7 м. Она снабжена системами терморегулирования (радиаторы охлаждения), энергоснабжения (солнечные батареи общей площадью 10.2 м<sup>2</sup> и мощностью 1.1 кВт), управления (микродвигатели ориентации и стабилизации) и передачи информации (остронаправленная антенна работает в трех диапазонах с максимальной скоростью 4.33 Мбит/с). Бортовой компьютер накапливает за 60 сут 16 Гбайт информации. Система стабилизации удерживает ориентацию КА с точностью  $\pm 0.009''$ . Телескоп неделями будет оставаться абсолютно неподвижным, только раз в месяц ему придется поворачиваться

для 12-часовых сеансов радиосвязи с Землей.

Основной инструмент обсерватории – телескоп системы Шмидта с апертурой 0.95 м и главным зеркалом диаметром 1.4 м, он функционирует как фотометр в оптическом диапазоне 430–890 нм. Излучение звезд до 16<sup>m</sup> регистрируют 42 ПЗС-матрицы. Светоприемник камеры содержит 95 млн. пикселей. С помощью коррекционной пластины исправляется сферическая аберрация главного зеркала. Изображение какой-либо звезды может удерживаться на одном и том же пикселе в течение трех месяцев.

Главная цель работы телескопа – обнаружение и исследование экзопланет земного типа и горячих юпитеров при прохождении по диску наблюдаемой звезды (транзитный метод; Земля и Вселенная, 2008, № 6). Чтобы точно определить размеры и



Общее устройство космической обсерватории “Кеплер” (США). Рисунок NASA.

орбиты экзопланет, понадобится зафиксировать, по крайней мере, четыре их прохождения по диску звезды, на что уйдет более трех лет. Для проверки результатов наблюдения будут использоваться наземные телескопы. К моменту запуска обсерватории было открыто уже 342 экзопланеты вблизи 290 звезд.

В течение 3.5 года “Кеплер” будет постоянно наблюдать богатую звездами область неба в созвездиях Лебеда и Лиры площадью 105 квадратных градусов. Ученые проанализируют результаты наблюдений, после чего точно установят, у каких звезд есть экзопланеты. Расстояние до большинства из них – от 600 до

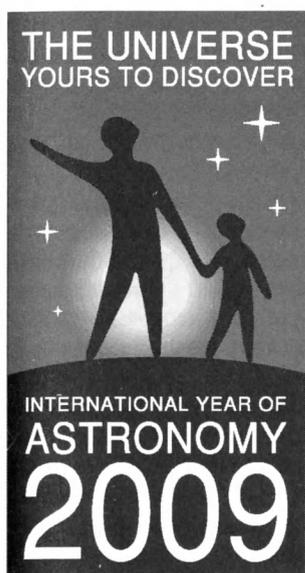
3 тыс. св. лет. К декабрю 2010 г. обнаружат открытия, сделанные в первый год наблюдений.

*Пресс-релизы NASA, JPL и Исследовательского центра Эймса (Калифорния), февраль–март 2009 г.*

---

## Информация

---



## Резолюция Всероссийской конференции “Астрономия и общество”, посвященной Международному году астрономии

(Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 25–27 марта 2009 г.)\*

Всероссийская конференция “Астрономия и общество” проходила в Москве в МГУ им. М.В. Ломоносова с 25 по 27 марта 2009 г. как важнейшее российское мероприятие Международного года астрономии, провозглашенного Генеральной ассамблеей ООН по инициативе Международного астрономического со-

юза и ЮНЕСКО в ознаменование четырехсотлетия использования Галилеем телескопа. Организаторы конференции – Национальный комитет Российских астрономов, Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Ин-

ститут астрономии Российской академии наук, Международная общественная организация “Астрономическое общество” и Научный совет по астрономии Российской академии наук.

В работе Конференции приняли участие астрономы-профессионалы, преподаватели астрономии, аст-

---

\* Статья о Конференции будет опубликована в следующем номере.

рономы-любители, а также представители органов государственной власти, средств массовой информации и общественных организаций. Всего на Конференции было представлено около 700 участников и слушателей из многих городов Российской Федерации.

На Конференции были заслушаны обзорные лекции ведущих ученых по важнейшим современным проблемам астрономии, проведены обсуждения большого круга актуальных вопросов, включая будущее астрономии в России, прикладное значение астрономии, проблемы астрономического образования и популяризации астрономии, роль астрономии в науке и культуре, вопросы происхождения Вселенной и жизни, поиска жизни вне Земли, новых форм материи и энергии во Вселенной, астероидно-кометной опасности и другие.

Конференция отмечает, что Международный год астрономии дает повод для более широкого взгляда на положение астрономии в стране, народ которой открыл человечеству дорогу в космос. Российская астрономия, которая ведет свои истоки от первой Государственной обсерватории, учрежденной Петром I в 1725 г., всегда играла важную роль в формировании фундаментальной науки и культуры России, а ее развитие является необходимым условием их дальнейшего прогресса.

Вселенная – грандиозная лаборатория, позволя-

ющая исследовать и открывать фундаментальные законы, недоступные изучению в земных условиях. В настоящее время происходит бурное развитие астрономии и исследований космоса, в которое российские астрономы вносят достойный вклад. Однако в нашей стране наблюдается негативная тенденция в отношении астрономического образования, которая проявляется в исключении астрономии из списка направлений естественнонаучного образования. Выпускники общеобразовательных учреждений обрекаются на астрономическую безграмотность. Ликвидация астрономии в средней школе неминуемо создает благоприятную почву для повсеместного распространения лженаучных представлений о мире (астрология, магия, колдовство и т.п.) в условиях, когда научно-популярная литература недоступна широким кругам населения из-за высоких цен. Ответственность за падение уровня естественнонаучных знаний с политиками и учеными должны разделять и СМИ.

Участники Конференции выражают уверенность в том, что без современного астрономического образования фундаментальная наука не будет иметь полноценного развития. Это означает не только культурную, но и экономическую целесообразность немедленного восстановления системы подготовки астрономических кадров, включая развитие

университетских обсерваторий. В первую очередь необходимо:

- восстановление преподавания астрономии в школе в виде отдельного предмета;

- восстановление подготовки учителей астрономии в педвузах;

- включение представителей астрономической научной общественности в состав комиссий по обсуждению нового стандарта образования по физике для школ (основное и среднее образование);

- сохранение специальности “Астрономия” в университетах, внедрение астрономических курсов для студентов-физиков;

- завершение создания Кавказской Горной обсерватории МГУ как базовой российской учебно-научной обсерватории.

Важно не допустить вымывания позитивного естественнонаучного знания из школьных программ, представлений школьников о мире. В связи с этим Конференция считает целесообразным привлечение специалистов по естественным наукам, включая астрономов, к экспертизе программ и учебников курсов мировоззренческого звучания.

Конференция отмечает многолетнюю плодотворную работу Уральского государственного университета, Пушчинской радиоастрономической обсерватории по организации астрономических школ для студентов, аспирантов, молодых научных работников и считает необходимым

продолжение этой важной деятельности.

Чтобы избежать культурной деградации, необходимо значительно усилить популяризацию науки и, в частности, астрономического знания как мировоззренческого. Эффективность такой деятельности во многом определяется уровнем государственной поддержки, которую необходимо усилить по следующим основным направлениям:

- поддержка деятельности планетариев путем принятия федеральной межведомственной программы “Планетарии России”, проработки правового статуса планетариев;

- поддержка всех форм дополнительного образования по астрономии, стимулирование организации астрономических кружков, особенно в сельской местности;

- поддержка научно-популярной издательской деятельности, обеспечение подписки общеобразовательных школ на зарекомендовавшие себя научно-популярные журналы астрономического профиля.

Следует усилить внимание к развитию любительской астрономии, созданию общественных объединений для координации профессиональных и любительских программ, под-

держке массовых публичных астрономических мероприятий. Конференция отмечает позитивный опыт работы по организации Фестивалей науки в Москве, проводимых по инициативе МГУ, Всероссийских фестивалей любителей астрономии и телескопостроения “Астрофест”. Астрономам необходимо вести серьезную повседневную работу со средствами массовой информации, наладить регулярный выпуск пресс-релизов. Следует поставить вопрос о создании научно-образовательного телеканала “Знание”.

Астрономическая наука в России испытывает немалые затруднения в своем развитии, разделяя судьбу всего общества. Неотложные задачи диктуют необходимость интегрирования России в международный процесс создания сложнейших наземных и космических астрономических инструментов нового поколения, которое невозможно осуществить в рамках отдельных национальных программ. В связи с этим в первую очередь необходимо:

- вступление России в члены международного консорциума Европейской Южной Обсерватории;

- реализация утвержденной, но откладываемой в течение многих лет, Государственной програм-

мы создания космических обсерваторий, проработка дальнейших перспективных космических программ, в том числе в международной кооперации;

- завершение создания международного радиотелескопа РТ-70 (с Республикой Узбекистан).

Исследования астероидно-кометной опасности, которые имеют исключительное значение для самого выживания человечества, нуждаются в особой государственной поддержке через целевые программы.

Следует активизировать усилия по привлечению частной поддержки астрономических исследований, в том числе по линии создания небольших частных обсерваторий, участвующих в реализации актуальных научных программ.

Конференция поручает Научному оргкомитету довести настоящее Решение до сведения Президента и Правительства РФ, Совета Федерации и Государственной Думы Федерального Собрания РФ, Министерства образования и науки РФ, Президиума Российской академии наук, Российского Союза ректоров.

*А.А. БОЯРЧУК,  
академик.*

*председатель научного оргкомитета Конференции*

## Яан Эльмарович Эйнасто (к 80-летию со дня рождения)

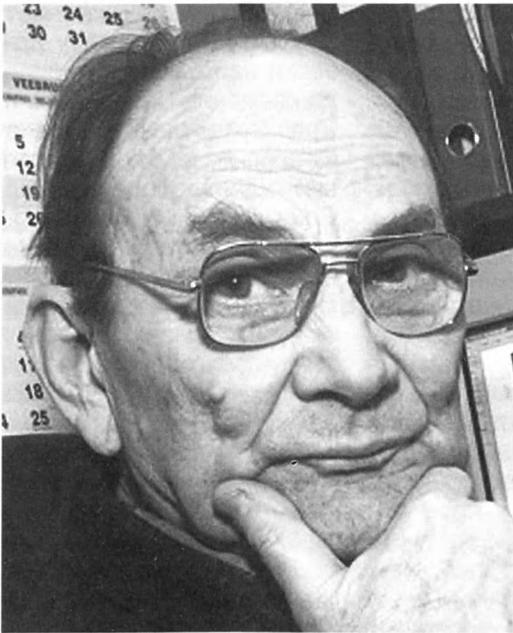
Астроному Тартуской обсерватории в Эстонии **Яану Эльмаровичу Эйнасто** принадлежат, по крайней мере, два крупнейших достижения в астрономической науке – открытие темной материи в галактиках (1974) и обнаружение ячеистой структуры Вселенной (1997). Исследования в этих областях науки активно продолжаются и развиваются в наши дни во всем мире. Вместе с изучением недавно открытой *темной энергии* они составляют передний край космологии XXI в.

Яан Эйнасто (родился 23 февраля 1929 г.) учился в знаменитом Тартуском университете, окончил его в 1952 г. и с

тех пор работает в Тартуской обсерватории им. В.Я. Струве. Его учителем был *Григорий Григорьевич Кузмин* (1917–1992), автор классических работ по звездной динамике, которые до сих пор высоко ценятся специалистами. Вероятно, от Г.Г. Кузмина он воспринял вкус к тонким физическим эффектам в динамике звездных систем. Многолетние исследования этих эффектов привели Яана Эльмаровича к представлению о темных гало (или коронах) галактик. До работ, выполненных им совместно с Э. Сааром и А. Каасиком, мы не знали, как велика наша Галактика по размеру и массе.

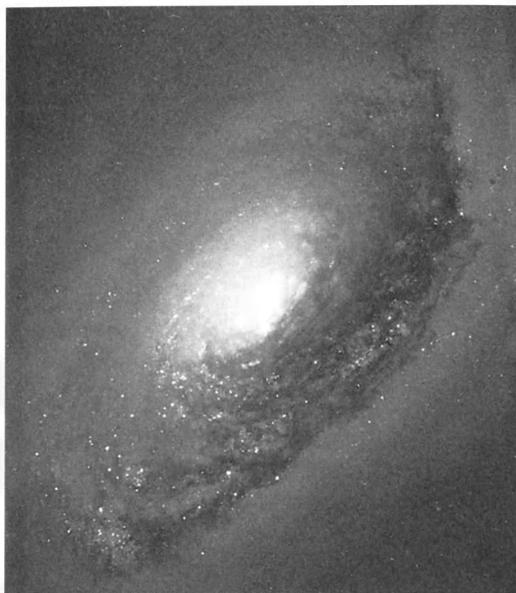
Измерение масс галактик – задача в астрономии очень трудная. Ее впервые удалось решить для гигантской спиральной галактики Туманность Андромеды, ближайшей соседки Млечного Пути. “Взвесил” Андромеду в 1918 г. 25-летний выпускник Московского университета *Эрнст Карлович Эпик* (1893–1985), родом из Эстонии, работавший тогда в Москве (позднее он вернулся в Тарту, где лучшим его учеником стал Г.Г. Кузмин, затем уехал в Германию, а потом в Северную Ирландию). Э.К. Эпик воспользовался только что полученными на Обсерватории Маунт Вилсон (Калифорния) спектрами Туманности Андромеды.

Остается только удивляться, как в течение 1918 г. журнал с этими данными оказался в Москве в столь смутное время и как оперативно Э.К. Эпик сумел сделать работу, да еще и представить ее на одном из московских семинаров. По наклону линий в спектре Андромеды он определил скорость вращения этой галактики, а затем предположил, что галактика как целое находится в равнове-



Член-корреспондент АН Эстонии Яан Эльмарович Эйнасто.

Одна из множества спиральных галактик – М64 (NGC 4826) в Волосах Вероники (расстояние – 17 млн. св. лет) – представляющая собой могучий вихрь межзвездного газа. Снимок сделан в феврале 2004 г. КТХ. Фото NASA.



сии под действием центробежных сил, порождаемых ее вращением, и сил тяготения, создаваемых массой самой галактики. При этом звезды движутся по круговым орбитам вокруг центра галактики. Это позволило дать оценку массы галактики: оказалось, что она составляет примерно  $10^{11} M_{\odot}$ .

Но это еще не вся масса галактики, а только масса той ее яркой центральной области, свет от которой улавливается телескопом и анализируется спектрометром. Строго говоря, Э.К. Эпик нашел светящуюся звездную массу Андромеды в пределах радиуса порядка 10 кпк от центра звездной системы. С этого и началась история “взвешивания” галактик. Затем были работы Фрица Цвикки (1898–1974), заметившего в 1933 г. невидимый избыток тяготеющей массы в скоплении галактик Кома, и модель Канна – Волтье 1959 г., указывавшая на дополнительную массу в Местной группе галактик, включающей в себя Млечный Путь и Туманность Андромеды.

А кульминация этой истории приходится на 1974 г., когда Я.Э. Эйнасто и его сотрудники опубликовали в журнале “Nature” статью “Динамическое указание на существование массивных корон галактик”. Авторы привлекли наблюдательные данные о малых галактиках-спутниках, обращающихся вокруг самых крупных галактик. Движением карликовых спутников управляет полная масса, заключенная внутри их орбит, а эти орбиты выходят далеко за пределы видимого звездного тела крупной галактики, их радиусы в 5–10 раз больше радиуса звездной системы. Если так, то, следуя Э.К. Эпику, можно оценить полную массу галактики (видимую и невидимую). Оказалось, что полная масса в 5–10 раз больше массы всех звезд типичной крупной галактики. Причем дополнительная невидимая масса галактики образует протяженное гало вокруг звездной си-

стемы, которое в такое же число раз больше по размеру, чем сама звездная система.

Вскоре это открытие нашло прямое и убедительное подтверждение в работах американских астрономов Дж. Пиблса, Дж. Острайкера, В. Рубин и их соавторов. К середине 1980-х гг. представление о темных гало галактик стало общепринятым. Теперь мы знаем, что звездная система нашей Галактики действительно имеет радиус около 10 кпк и она погружена в темное гало, которое простирается от центра системы на 100–150 кпк. Темная масса Галактики приблизительно в 10 раз больше массы всех ее звезд. Примерно так же устроены Туманность Андромеды и все другие крупные галактики, а их темные короны – универсальный феномен природы.

Заполняющую гало галактик невидимую массу называют теперь темной материей. Ученые постепенно осознали, что ее носителями не могут быть протоны, нейтроны и электроны, то есть обычное вещество, из которого состоят звезды и планеты. Скорее всего, это массивные (в сотни раз тяжелее протона) неведомые ранее элементарные частицы, которые испытывают только гравитационное и электрослабое взаимодействие. Сейчас их поиски ведутся в ряде боль-



Скопление наиболее далеких галактик в созвездии Печи, некоторые из них находятся вблизи границ Вселенной. Яркие точки с лучиками – это сравнительно близкие звезды нашей Галактики, попавшие в поле зрения. Снимок сделан в августе 2005 г. КТХ. Фото NASA.

ших физических лабораторий. Есть надежда, что темные частицы обнаружат себя на Большом Адронном Коллайдере, когда эта гигантская экспериментальная установка начнет работать на полную мощность.

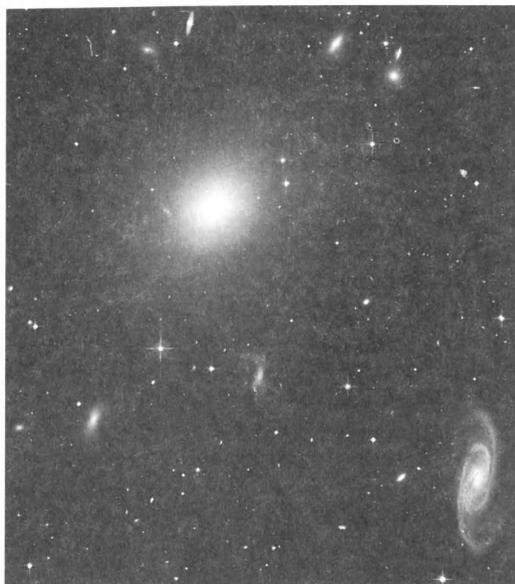
В общем балансе массы–энергии Вселенной на *темную материю* приходится 20–25%, на обычное вещество – не более 5%. Остальные 70–75% – темная энергия, загадочная антигравитирующая среда, открытая астрономами–наблюдателями в 1998–1999 гг. Она равномерно заполняет все пространство Вселенной и, вероятнее всего, описывается эйнштейновской космологической постоянной, введенной в физику еще в 1917 г. Разгадка физической природы темной материи и темной энергии – центральная задача всей фундаментальной физики и астрономии нового века.

Интересно, что темная энергия с ее антитяготением способна частично или даже полностью “компенсировать” тяготение темной материи и обычного вещества. Приведем только один пример, относящийся к нашему ближайшему галактическому окружению. На расстоянии примерно 1.5 Мпк от центра Местной группы тяготение ее темной материи и обычного вещества точно компенсируется антитяготением, создаваемым однородным фоном темной энергии. В результате на сфере такого радиуса нет ни тяготения, ни антитяготения. Внутри сферы нулевого тяготения преобладает тяготение, а вне ее – антитяготение. Отсюда ясно, в частности, что динамический метод

оценки масс в духе Э.К. Эпика нуждается теперь в уточнении с учетом эффекта темной энергии, без этого оценка массы темной материи в системах галактик была бы заметно заниженной.

Обнаружение темной энергии во Вселенной заставляет заново взглянуть на старые и новые проблемы космологии. Среди них особенно интересен вопрос о самых крупных образованиях во Вселенной. Давно известно, что существуют большие скопления галактик, объединяющие тысячи галактик, подобных Млечному Пути. Есть также уплотненные образования – сверхскопления, в которые входит обычно несколько скоплений. Их размеры достигают сотен мегапарсек. Нередко в сверхскоплениях (а также вне их) наблюдаются цепочки галактик, вытянутые в плоскости сверхскопления – *филаменты*. Сверхскопления разделяют огромные “пустые” объемы размером 100–150 Мпк, где практически нет галактик, – это *войды*. Я.Э. Эйнасто первым обратил внимание на войды как на базовый элемент крупномасштабного устройства Вселенной. Академик Я.Б. Зельдович заметил важную роль сверхскоплений и войдов в физическом процессе формирования космических структур самого большого масштаба. Я.Б. Зельдович, Я.Э. Эйнасто и С.Ф. Шандарин (сотрудник Якова Борисовича) опубликовали в 1982 г. в журнале “Nature” статью “Гигантские войды во Вселенной”, вызвавшую необычайно большое число откликов. Но это был только первый шаг к главной цели исследования, достижение которой потребовало еще 15 лет упорного труда. В итоге тщательного анализа наблюдательного материала, многочисленных дискуссий (временами весьма острых) с коллегами в разных странах, где активно работали группы энергичных космологов (космология стала к тому времени уже почти массовой професси-

Крупное скопление галактик Abell S0740 (слева) и на его фоне более близкая к нам красивая спиральная галактика ESO 325-G004 в созвездии Центавра. Они расположены в 463 млн. св. лет от Солнца. Снимок сделан в феврале 2006 г. КТХ. Фото NASA.



ей), в 1997 г. в том же журнале появилась статья Я.Э. Эйнасто с соавторами “Периодичность масштаба 120 мегапарсек в трехмерном распределении сверхскоплений галактик”.

Ключевое слово в заглавии статьи – периодичность. Авторы утверждали, что существует определенная регулярность и повторяемость в общем устройстве мира: *сверхскопления, филаменты и войды складываются в некое подобие ячеистой структуры*. Это какие-то гигантские трехмерные “кружева”, в которых узор более или менее четко повторяется с шагом примерно 120 Мпк. Конечно, никакой строгой симметрии наподобие кристаллических решеток здесь нет, но характерный масштаб в 100–150 Мпк определенно просматривается. Ячеистая структура с ее квазипериодичностью – феномен самого крупного космического масштаба (см. стр. 2 обложки). На ячейках обрывается иерархия космических структур, распределение светящегося и темного вещества Вселенной оказывается в среднем однородным в масштабах 300–1000 Мпк.

По этому поводу Я.Э. Эйнасто недавно сказал: *“Пока неясно, станет ли открытие упорядоченности в строении мира научной революцией”*. За последние годы в космологии сделано немало для изучения самых крупных структур, во всяком случае новые результаты не противоречат концепции ячеистой структуры. Работа продолжается, причем одна из главных задач теперь – постараться понять, как и почему возникают “космические кружева”. Для этого международная группа специалистов под руководством Я.Э. Эйнасто ведет обширные систематические работы по компьютерному моделированию происхождения и эволюции крупномасштабных космических структур. Стоит заметить, что еще до откры-

тия темной энергии сложнее космологические расчеты с учетом космологической постоянной были впервые начаты под руководством Я.Э. Эйнасто.

За рамками этого краткого очерка, приуроченного к юбилею Яана Эльмаровича, остались его важные исследования многокомпонентных моделей галактик, исключительно плодотворная деятельность по проектированию и строительству астрономических инструментов для Тартуской обсерватории, успешная общественная и политическая работа в качестве одного из руководителей Эстонской академии наук, депутата парламента независимой Эстонии. Обо всем этом и многом другом можно прочитать в замечательной книге мемуаров Я.Э. Эйнасто *“История темной материи”*, недавно вышедшей в Таллине (надеюсь, что скоро ее издадут в Москве на русском языке).

Коллеги-астрономы и многочисленные друзья в России желают юбиляру крепкого здоровья, новых достижений в науке и как минимум довести до полного совершенства увлекательную и грандиозную концепцию ячеистой структуры мира!

А.Д. ЧЕРНИН,  
доктор физико-математических наук  
ГАИШ МГУ

## Василий Григорьевич Фесенков

(к 120-летию со дня рождения)

МЕСТО И РОЛЬ В ИСТОРИИ АСТРОНОМИИ

*Академик Василий Григорьевич Фесенков (1889–1972) вошел в историю отечественной астрономии как ученый-энциклопедист, но прежде всего как один из пионеров астрофизики, организатор первых в стране и Европе астрофизических институтов и астро-*

*физической специализации в университетском образовании (Земля и Вселенная, 1989, № 1). Главными направлениями его научной деятельности, наряду с астрофизикой, были космогония, а также предмет его ранней глубокой привязанности – физика межзвездной среды и земной атмосферы.*

“КОРНИ И ВЕТВИ”



Академик Василий Григорьевич Фесенков.

В небольшом подмосковном доме-музее Героя Сталинграда маршала В.И. Чуйкова на его родине в Серебряных Прудах, где в апреле 2005 г. мы, члены Астрономического общества, торжественно вручили диплом о названии малой планеты (№ 11793) именем “Чуйковия”, мне довелось увидеть мудрый афоризм под портретами его родителей: “Без корней не бывает ветвей”. На всей жизни В.Г. Фесенкова также отразились его “корни”: воспитание в трудовой многодетной (у него было два брата и пять сестер) и высокоинтеллигентной семье. Василий Григорьевич Фесенков родился 1 января (13-го по новому стилю) 1889 г. в Новочеркаске, близ границы Украины. Его дед по отцу имел украинские корни (первоначальная фамилия его была Фесенко) и принял русскую фамилию, став крупным богословом; оба деда – по отцу и по матери – отличились в Крымской войне и были отмечены: один – высокими наградами, другой – возведением в дворянское сословие. Отец преподавал в гимназии физику и математику, слыл как инженер, механик, архитектор и садовод. Трудовое и даже спартанское воспитание

(детям прививалось умение многое делать своими руками, все лето они бегали босиком), музыка, живопись, серьезное отношение к учению, дружба в семье, впитавшийся смолоду кодекс чести – все это сформировало Василия Григорьевича как творческую личность и подлинного гражданина своей страны. Хотя он всегда держался вдали от политики и предпочитал свои силы и время отдавать науке, на сложных поворотах и ухабах послереволюционной российской истории именно такие качества, как деловая инициатива, высокая порядочность и гражданское мужество, в полной мере проявились в деятельности В.Г. Фесенкова во всех обстоятельствах и на различных постах.

#### ПУТЬ В НАУКУ

Астрономией будущий астрофизик заинтересовался уже в первом классе Реального училища (впоследствии на его здании была установлена мемориальная доска), куда поступил в 1899 г. по конкурсу. Прочитав вышедшую в том же году в русском переводе книгу Ф. Клейна “Астрономические вечера”, он с помощью отца построил телескоп и со своим другом начал наблюдения неба. В 17 лет они на основе собственных вычислений обнаружили комету. Тогда же по предложению директора училища Василий прочитал для учащихся и учителей свою первую лекцию – о природе Солнца. В эти годы он вел также вычисления эфемерид для Астрономического календаря (выполняя поручение Нижегородского кружка любителей астрономии и физики). Единственной его попыткой выступить в печати не по научным проблемам была предложенная местной газете статья, где он сатирически изложил наставления своего учителя закона божия. Это было категорически пресечено директором со строгими оргвыводами – угрозой испортить выпускной аттестат (и, следовательно, затруднить путь в университет...). Видимо, такой опыт усилил решение Василия Григорьевича сосредоточиться на науке.

Перед поступлением в Харьковский университет в 1907 г. В.Г. Фесенков про-

шел серьезную подготовку у местного латиниста. В университете он немедленно включился в работу обсерватории, которую возглавлял тогда внук основателя Пулковской обсерватории Л.О. Струве. Впоследствии он оценил Василия Григорьевича как своего лучшего студента. Уже на третьем курсе научные статьи В.Г. Фесенкова стали появляться в “Известиях Харьковской обсерватории”. После окончания учебы в 1911 г. он, оставленный при университете для подготовки к профессорскому званию (так в те времена называлась аспирантура), продолжил по рекомендации Л.О. Струве образование во Франции.

В 1912–1914 гг. в знаменитой Сорбонне (поработав также в ряде обсерваторий Франции) Василий Григорьевич с помощью прибора собственного изготовления впервые в Европе начал серьезные исследования зодиакального света. В 1914 г. блестяще защитил там же докторскую диссертацию по этой совершенно новой тогда проблеме. В ходе работы он проявил серьезный интерес и к истории проблемы, раскопав в ней ряд забытых фактов и имен. Зарубежную практику В.Г. Фесенков продолжал в Лондоне и Гринвиче, пока ее не прервала Первая мировая война.

Возвратившись домой, Василий Григорьевич работал астрономом-наблюдателем в Харьковской обсерватории и стал приват-доцентом университета. Только после этого он “позволил” себе создать собственную семью. В 1920 г. с женой и новорожденным сыном он переехал к родителям в Новочеркасск, где его избрали заведующим кафедрой теоретической механики Донского политехнического института и кафедрой астрономии Донского пединститута. Жизнь там была трудной и голодной, условий для научной работы почти никаких, и весной 1921 г. В.Г. Фесенков сразу откликнулся на приглашение видного московского астрофизика, декана физико-математического факультета МГУ В.В. Стратонова войти в Оргкомитет намечавшейся Главной Российской астрофизической обсерватории (ГРАФО), создание которой на юге страны было давней мечтой российских астрономов.

Оргкомитет ГРАФО был учрежден ученым советом при Наркомпросе РСФСР на специальном совещании. В его состав вошло шесть научных работников, которым предстояло составить проект и программу новой обсерватории. Его председатель, инициатор создания Южной обсерватории В.В. Стратонова, вызвал к себе Василия Григорьевича, чтобы поручить ему организацию и проведение разведочной Астрономо-метеорологической экспедиции на Кавказ для определения места будущей главной астрофизической базы России.

В сентябре 1921 г. на заседании авторитетного Московского общества любителей астрономии (МОЛА) его членам представили председателя Оргкомитета В.В. Стратонова и начальника экспедиции В.Г. Фесенкова. В своих воспоминаниях Б.А. Воронцов-Вельяминов передает яркое впечатление об этой первой встрече с Василием Григорьевичем: *“...среднего роста, бритый, молодцеватый, в высоких сапогах. О нем еще почти ничего не слышали тогда, но вскоре он стал известен как неутомимый организатор науки и выдающийся ученый”*.

Молодой новочеркасский профессор (ему было 32 года) сразу проявил себя настоящим бойцом против разросшейся уже тогда советской бюрократии. Газета “Правда” за 6 декабря 1921 г. сохранила документальное свидетельство этого: в хлопотах о снабжении своей экспедиции (из семи человек) В.Г. Фесенкову пришлось пройти через частокол из 57 (!) учреждений и организаций. Бюрократической волокиты не виделось конца, пока он не обратился напрямую в Совет Труда и Оборона к Председателю Совнаркома В.И. Ленину. Незамедлительно вопрос был решен. Более того, битва настойчивого астронома с бюрократией стала своего рода стимулом к принятию соответствующих мер на правительственном уровне, что нашло отражение в упомянутой статье для “Правды” (появившейся явно по указанию Ленина). Пример с мытарствами организатора экспедиции приводился как наиболее яркое свидетельство непорядка в госаппарате и эффек-

тивности активной позиции ученого. Спустя много лет, в годы сталинских репрессий, эта статья, сначала использованная как основание для очередного доноса против Василия Григорьевича, но затем разысканная в старых семейных бумагах женой академика, спасла его от нависшей и над ним в 1938 г. угрозы ареста: из нее стало ясно, что критическое выступление В.Г. Фесенкова тех лет против советской бюрократии поддержал сам Ленин...

Послевоенная разруха, а затем новые события, связанные с попыткой университетских профессоров, в основном гуманитариев, отстоять завоеванную еще при царе автономию (свободу деятельности университета от непосредственных указаний властей), последовавшие аресты и высылка большой группы “бунтовщиков” (в их числе и декана В.В. Стратонова) сломали первоначальные планы.

В августе 1922 г., после ареста и высылки В.В. Стратонова, председателем Оргкомитета (уже из 12 научных сотрудников) назначили Василия Григорьевича. Некоторое время он даже продолжал высылать зарплату опальному В.В. Стратонову, что не прошло для него даром, сказавшись на дальнейшей карьере. В том же году вышел первый том трудов ГРАФО, включавший шесть статей В.Г. Фесенкова, в том числе по космогонии Солнечной системы. В мае 1923 г. Василий Григорьевич добился преобразования Оргкомитета ГРАФО в Астрофизический институт (РАФИ, затем ГАФИ). В.Г. Фесенков стал его директором. В число 25 сотрудников РАФИ вошли будущие крупнейшие астрономы страны (некоторые еще будучи студентами МГУ!): Б.А. Воронцов-Вельяминов, Н.Н. Парийский, Г.Н. Дубошин, Н.Д. Моисеев, К.Ф. Огородников, С.К. Всехсвятский, Н.Ф. Рейн, Р.В. Куницкий, Е.Ф. Ушакова (Шапошникова) – первая в мире женщина-астроном, открывшая новую малую планету. Институт состоял из пяти отделов, В.Г. Фесенков возглавлял фотометрический и по-существу руководил Отделом звездной статистики. В первые годы ГАФИ имел два южных Отделения – обсерватории в Ташкенте и Новочеркасске. Уже в 1923 г. вышел второй том трудов РАФИ. В последующие два года Василий

Григорьевич создал первую загородную астрофизическую лабораторию ГАФИ в Подмоскowie, в Кучино, "отвоевав" у местных властей помещение бывших конюшен в имении крупного российского промышленника Рябушинского. В 1925 г. он добился получения отдельного помещения для ГАФИ, переселившегося из двух комнат в частной квартире в Трубниковском переулке, 26, на Новинский бульвар, 9 (также в переоборудованное помещение бывшей конюшни).

На рубеже 1930-х гг. астрофизический коллектив В.Г. Фесенкова едва не пополнил собиравшийся переехать в Москву из малоперспективного Харькова уже известный тогда за рубежом астрофизик-теоретик Б.П. Герасимович, будущий директор Пулковы. Помешало то, что в это время после "нэповской оттепели" в стране начались первые идеологические чистки, когда судьбу научного учреждения решала "рабочая комиссия" с завода или фабрики под началом чиновника из госаппарата, собиравшая "компромат" на руководителя среди научной "общественности". Не обошло это и ГАФИ. Нашлись и нужные представители от "общественности". В вину директору было поставлено и то, что его аспирант, поселившийся в Кучино, взял к себе престарелого отца, бывшего священника. Комиссию из рабочих местной фабрики им. Сакко и Ванцетти возглавлял недоброй памяти чиновник от астрономии Т.В. Тер-Оганезов, присматривал за ее работой представитель Наркомпроса "бывший учитель математики и военный" А.А. Канчеев. В итоге на основании распоряжения по Сектору науки от 25 сентября 1930 г. В.Г. Фесенков (с 1927 г. уже член-корреспондент АН СССР) лишился своего поста. Исполняющим обязанности директора ГАФИ назначили С.В. Орлова, Василий Григорьевич остался лишь руководителем Отдела, сохранив, впрочем, научный авторитет истинного руководителя Института.



При непосредственном участии В.Г. Фесенкова (и, почти очевидно, по его инициативе) уже в 1931 г. произошло знаменательное событие: на базе Астрономической обсерватории МГУ на Красной Пресне и ГАФИ, а также созданного в 1922 г. при МГУ Астрономо-геодезического института (АГНИИ) был учрежден Объединенный государственный астрономический институт. За ним сохранили присвоенное АО МГУ имя П.К. Штернберга (ее бывшего директора и выдающегося революционного, государственного и военного деятеля, погибшего на фронте в 1920 г.). Так появился ОГАИШ (с 1932 г. – ГАИШ). Директором его вопреки логике был назначен А.А. Канчеев (столь же внезапно переведенный спустя три года в Институт мировой литературы).

В.Г. Фесенков, ставший в 1935 г. академиком, по официальным документам возглавлял ГАИШ в 1936–1939 гг., оставаясь в другие годы его сотрудником. Но по существу он был с самого начала его настоящим научным руководителем. Это отметили 12 февраля 2009 г. на торже-



*В.Г. Фесенков в Комитете по метеоритам АН СССР. 1950–1960-е гг.*

АН СССР, став преемником его организатора и первого председателя академика В.И. Вернадского.

НАУЧНАЯ, ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКАЯ,  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Научные публикации В.Г. Фесенкова (свыше 600) охватывают самые различные области астрономии и отчасти физики и геофизики. Самыми ранними объектами его исследований стали Солнце, планеты и кометы. В 1912 г. он занялся изучением диффузной составляющей Солнечной системы как порождающей явления зодиакального света и противоясения. Особое внимание он уделял изучению свойств земной атмосферы, исследовал рассеяние и поляризацию света в ней, объяснил явление сумерек, правильно предсказал в 1924 г. повышение ее температуры на высотах 50–100 км. Василий Григорьевич неоднократно участвовал в наблюдениях солнечных затмений.

стенном заседании Ученого совета ГАИШ в честь 120-летия Василия Григорьевича как “отца-основателя” Института.

Третий астрофизический институт, на этот раз в системе Академии наук СССР, академик В.Г. Фесенков создал в Казахстане в первые годы войны. В окрестностях Алма-Аты экспедиция сотрудников ГАИШ под его руководством 21 сентября 1941 г. наблюдала солнечное затмение. Институт был организован в 1942 г. сначала как Институт астрономии и физики, дополненный Горной астрофизической обсерваторией близ Алма-Аты. К 1950 г. он разделился на Астрофизический и Институт ядерной физики, кроме того, из него выделился Сектор астроботаники под руководством Г.А. Тихова (Земля и Вселенная, 2003, № 3).

Важной заслугой Василия Григорьевича перед отечественной наукой было руководящее участие в создании в 1936 г. Астросовета АН СССР. В казахский период (до 1965 г.) параллельно и после окончательного возвращения в Москву В.Г. Фесенков с 1945 г. более четверти века возглавлял Комитет по метеоритам

В начале 1930-х гг. совместно с сотрудниками он развил теорию поглощения света в земной атмосфере. Перейдя затем к изучению атмосфер других планет, он вывел закон освещенности планет с оптически толстыми атмосферами (формула Фесенкова – Шёнберга). Для этих целей В.Г. Фесенков сконструировал свыше 15 приборов (фотометры, поляриметры, колориметр, ореольный фотометр и первый в мире фотометр для измерения яркости протяженных объектов).

В звездной астрономии для изучения структуры Галактики, ее сжатия он предложил метод подсчета звезд в двух избранных направлениях (“теорема Фесенкова” – впервые строго доказана П.П. Паренаго и существенно обобщена Ф.А. Цициным в 1953 г., тогда еще студентом МГУ).

Все исследования Василия Григорьевича были нацелены на решение космогонических вопросов. Под этим углом зрения он исследовал в дальнейшем

межзвездную диффузную материю и поглощение света в Галактике. Космогонические обобщения стали конечной целью исследований В.Г. Фесенкова и в метеоритике. С этой точки зрения он анализировал результаты изучения химического, минералогического, изотопного состава, закономерностей структуры метеоритов различных классов, их возрастов, движения метеорных тел в атмосфере Земли и в космическом пространстве. Метеоритику он вывел из положения прикладной минералогии и химии, вновь подняв ее на уровень одного из важнейших направлений изучения космоса (чем она и была при рождении в трудах ее родоначальника Э. Хладни; Земля и Вселенная, 1976, № 3).

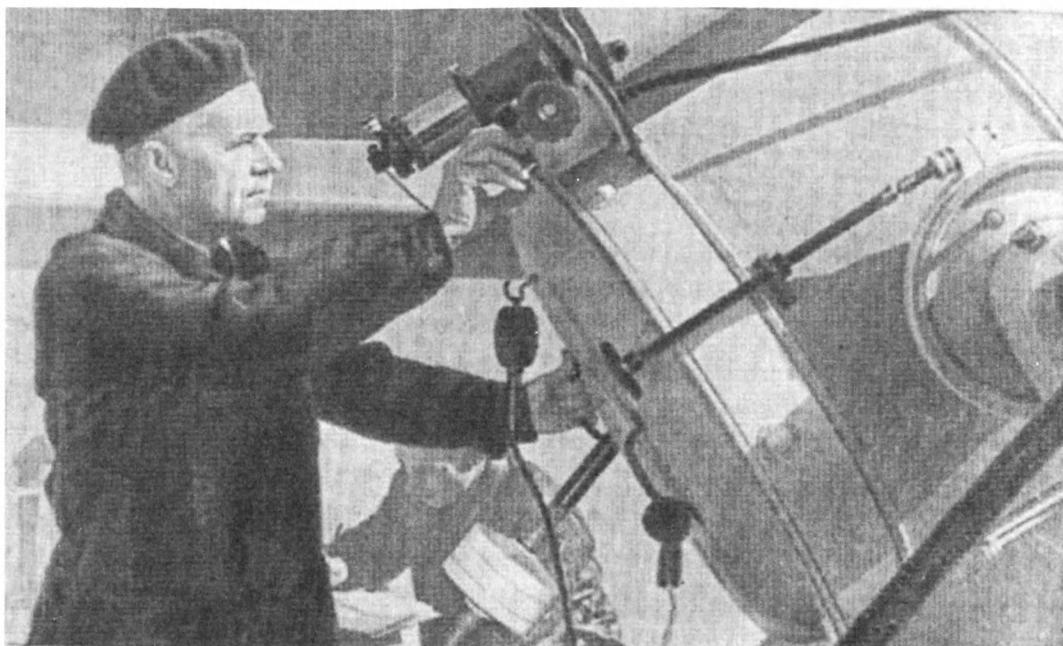
В начале 1950-х гг. в острых дискуссиях по первому (“метеоритному”) варианту планетной космогонии О.Ю. Шмидта Василий Григорьевич обоснованно указал на водородный состав планет-гигантов, что стало новым стимулом для дальнейшего развития и совершенствования гипотезы Шмидта. Одним из первых В.Г. Фесенков настаивал на необходимости совместного исследования проблем планетной и звездной космогонии, плодотворность чего теперь не вызывает сомнений. Он одним из первых утверждал существование корпускулярного излучения Солнца и звезд (звездного ветра) и его большую роль в эволюции звезд и в звездной космогонии.

Василий Григорьевич сделал правильный вывод (вопреки весьма популярным в середине XX в. утверждениям Г.А. Тихова) о невозможности существования высших форм растительности на Марсе. Это подтвердилось в эпоху космонавтики. В совместной работе с академиком А.И. Опариним он впервые всесторонне рассмотрел проблему жизни во Вселенной с точки зрения астрономии, астрофизики и дал количественные оценки возможной распространенности жизни в Галактике.



С 1914 г. и до 1962 г. В.Г. Фесенков принимал участие во многих научных экспедициях (частью организованных им) у нас в стране и за рубежом – от Швеции до Египта – для наблюдения солнечных затмений, изучения зодиакального света, оптических свойств атмосферы. В апреле 1947 г. он возглавил первую экспедицию по обследованию района выпадения 12 февраля 1947 г. уникального Сихотэ-Алинского железного метеоритного дождя, сделав обоснованный вывод, что его источником был пояс астероидов.

По отзывам коллег, Василий Григорьевич был индивидуалистом. Имея мало учеников, он и им предпочитал давать в работе полную самостоятельность. Он никогда не выступал их соавтором и за редким исключением публиковал научные статьи только от своего имени. При широчайшем диапазоне научных интересов, быстроте реакции на все новое в астрономии и деятельном складе ума он спешил довести каждую свою идею до конкретного расчета и опубликованного результата, хотя в дальнейшем сам же критически их анализировал. Возможно, та-



*В.Г. Фесенков у менискового телескопа в Казахском филиале Астрофизического института АН СССР. 1952 г.*

кой стиль научной работы не позволил ему оформить в монографии свои исследования в разных областях. Единственная монография посвящена его любимой теме: "Метеорная материя в междупланетном пространстве" (1947). Лишь после кончины В.Г. Фесенкова его коллеги и ученики, с немалым трудом собрав статьи ученого, опубликованные в разных изданиях, оформили и издали два первых тома его избранных трудов: "Солнце и Солнечная система" (1976) и "Метеориты и метеорное вещество" (1978). Подготовка третьего задуманного тома – "Галактика и космогония", – составителем которого в свое время намечался Г.М. Идлис – ближайший ученик Василия Григорьевича, еще ожидает реализации. Кроме того, к 100-летию академика В.Г. Фесенкова вышел из печати сборник воспоминаний о нем (1989).

В течение почти всей жизни Василий Григорьевич вел интенсивную преподавательскую работу. В 1920 г. в Харьков-

ском университете он первым в стране начал читать курс астрофизики, продолжив преподавание в 1920–1922 гг. в Новочеркасске. В 1922–1934 гг. в Москве он был профессором и заведующим кафедрой астрономии и геодезии Московского государственного пединститута. В 1933 г., став профессором МГУ, он ввел специализацию по астрофизике, а с организацией кафедры астрофизики в 1938 г. стал ее заведующим. Преподавательскую деятельность он продолжал и в Алма-Ате. Не менее полутора десятков известных советских астрономов считали и считают себя учениками В.Г. Фесенкова.

В 1923 г. Василий Григорьевич основал "Российский астрономический журнал" (РАЖ, позднее АЖ), оставаясь его ответственным редактором до 1964 г. По его инициативе издавались "Успехи астрономических наук". Долгие годы он был членом редколлегии и неоднократно автором журнала "Земля и Вселенная" (Земля и Вселенная, 1965, №№ 4, 6; 1966, №№ 4, 5; 1968, №№ 3, 6).

ВО ГЛАВЕ АСТРОСОВЕТА АН СССР

В ноябре 1936 г. по инициативе главным образом В.Г. Фесенкова и Б.П. Гера-

симовича впервые в нашей стране был создан общесоюзный научно-координационный центр астрономических исследований – Астрономический совет АН СССР. Василий Григорьевич стал его первым действующим председателем (формально им был сначала академик А.Ф. Иоффе), Б.П. Герасимович – заместителем председателя. Целью организации Совета было согласование – без административного давления! – планов обсерваторий и институтов. Первый его пленум собрался в марте 1937 г. в ГАИШ. На нем было намечено провести в том же году, попеременно в Пулково и Москве, еще четыре пленума, в том числе в мае (Пулково), в июне (Москва), а на октябрьском заслушать итоги наблюдений знаменитого солнечного затмения 1936 г. Особенно впечатляющим по анализу состояния астрономии в стране и планам ее реорганизации стал пленум, проведенный 22–24 июня 1937 г. На нем обсуждался вопрос о подготовке кадров и коренном изменении системы астрономического образования – от школы до вуза. В частности, в резолюции пленума было высказано твердое намерение добиваться перевода астрономического образования в университетах на физические факультеты, а в школе возобновить преподавание астрономии как важнейшей мировоззренческой дисциплины. Последнее в наши дни вновь стало острой проблемой. Для аспирантов предполагалось усиление изучения иностранных языков и отмечалась необходимость длительных командировок-стажировок. Возобновилось обсуждение места для Южной обсерватории.

Увы, события к этому времени получили совсем иное направление. По Пулково уже катилась волна арестов. В.Г. Фесенков как глава последней проверочной комиссии в ГАО (1936), еще пытался игнорировать политические нападки на Пулково Тер-Оганезова – единственного ее члена, не согласного с общими положительными выводами комиссии. И все же главные инициаторы и руководители работы пленума В.Г. Фесенков и Б.П. Герасимович, по-видимому, не мог-

ли еще до конца осознать, на краю какой пропасти они находились, да и вряд ли могли что-либо изменить.

Б.П. Герасимович уже не вернулся домой, арестованный либо в дороге, либо по прибытии в Ленинград, по официальной версии 28 июня 1937 г. А очередной, октябрьский, пленум Астросовета стал настоящим шабашем, целиком посвященным самозабвенному шельмованию арестованных коллег как “вредителей”, да и самого председателя, обвиненного в потакании им. Василий Григорьевич был среди тех немногих, кто на этом специальном пленуме не выступил с полагавшимися обвинениями против своих пулковских коллег, объявленных “врагами народа”. Реакция и “меры” не заставили себя ждать: 16 декабря 1937 г. в “Правде” и “Известиях” появились дублирующие друг друга публикации о заседании Президиума АН СССР, рассмотревшего вопрос “о работе Астрономического совета”, с выводом о том, что на его октябрьском пленуме “с совершенно неудовлетворительным докладом выступил его председатель – академик В.Г. Фесенков, смазавший вредительскую роль врагов народа, орудовавших долгое время в астрономии...” (авторство Тер-Оганезова здесь несомненно). В конце сообщалось, что В.Г. Фесенков отстранен от руководства Астрономическим советом, а совет решено ликвидировать.

В еще более злопахотельском стиле прошел спешно созванный в конце декабря 1937 г. первый пленум Астрономической группы (заменившей Астросовет), что видно из сохранившейся в архивах Василия Григорьевича стенограммы этого пленума. В.Г. Фесенков еще два года оставался директором ГАИШ. В немалой степени благодаря его твердости, а также сплочению вокруг своего директора молодых членов партийной ячейки и профкома Институт избежал массовых арестов. Тем не менее в январе 1940 г. Василий Григорьевич, над которым также нависла угроза ареста, должен был уйти с поста директора, оставшись сотрудником Института.



Мемориальная доска-барельеф, установленная на здании АФИФ АН Казахстана к 100-летию В.Г. Фесенкова. 1989 г.

#### В.Г. ФЕСЕНКОВ КАК ЛИЧНОСТЬ

Принципиальность в решении научных и гражданских проблем имела твердую опору в крайней требовательности В.Г. Фесенкова к себе, в непрерывной творческой работе без скидок на возраст и другие жизненные обстоятельства. Он мужественно переносил невзгоды по работе, выпавшие ему тяжелые испытания в личной судьбе: арест и расстрел старшего брата в 1938 г.; потеря обоих сыновей (в 1941 г. – старшего, добровольцем ушедшего на фронт, в 1942 г. – младшего, от брюшного тифа в Алма-Ате). В юности Василий Григорьевич отказывался от выгодных мест, предпочитая суровые материальные условия бесполезной трате времени на неинтересной службе. В дальнейшем для служебных поездок в Алма-Ату (когда ему приходилось делить ее с Москвой) он стремился использовать праздничные дни, чтобы не терять на дорогу рабочего времени. Но и тут, едва войдя в купе, он сразу водружал на столик пишущую машинку. Его нетребовательность в быту граничила с ас-

кетизмом. Но в чем он не мог себе отказать, так это в заложенной с детства тяге к живой музыке: и в поздние годы садился порой дома за старое пианино и исполнял что-нибудь из классики.

В руководимых им учреждениях Василий Григорьевич не терпел администрирования и рассчитывал скорее на честность окружающих, действуя главным образом личным примером. Жесткий оппонент в вопросах науки, он и сам умел отказаться от прежних своих ошибочных идей. У него была еще одна замечательная черта – обстоятельность. Не давая опрометчиво быстрых ответов, он обычно говорил: “Хорошо. Я подумаю”. И спустя некоторое время (не более обещанного!) следовал уже вполне обдуманый ответ или решение вопроса.

Суровый и немногословный в деловых отношениях, Василий Григорьевич в трудных обстоятельствах жизни своих коллег, учеников всегда умел оказать им действенную и не афишированную помощь, даже если это угрожало его собственной карьере, а то и свободе. Недаром в архивах ученого обнаруживается немало доносов на него и пасквильных обвинений. В результате такого доноса (в котором В.Г. Фесенков обвинялся в преклонении перед границей из-за отсутствия в его монографии ссылок на отечественные работы – их просто еще не было!) его фундаментальный труд о межпланетной метеорной материи (1947) был в последний момент вычеркнут из списка выдвинутых на Сталинскую премию 1952 г. Впрочем, Василий Григорьевич был равнодушен к таким почестям. (Премия была переадресована Е.Л. Кринову, в свое время по инициативе В.Г. Фесенкова получившего степень доктора “Honoris Causa”).

Оставив в 1971 г. пост председателя Комитета по метеоритам АН СССР, Василий Григорьевич до конца оставался его сотрудником. Его последняя статья о происхождении наиболее загадочного

типа метеоритов – углистых хондритов, – опубликована уже посмертно.

Жизненный путь академика В.Г. Фесенкова можно сравнить с движением мощного ледокола, уверенно прокладывавшего свой раз навсегда избранный путь сквозь льды и торосы, не удастаивая вниманием мелкие препятствия, претендующие на роль Сциллы и Харибды, и успешно достигавшего главных поставленных целей. Заслуги Василия Григорьевича отмечены тремя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени и медалями. Его имя носят кратеры на Луне и на Марсе, а также малая планета (№ 2286). В год 100-летия В.Г. Фесенкова Астрофизическому институту Академии

наук Казахстана присвоили имя его основателя, а парадный вход института украсил барельеф ученого.

Василий Григорьевич скончался 13 марта 1972 г. от острого сердечного приступа, став, по существу, жертвой бесчеловечности и лицемерности. В академической больнице, куда его привезла скорая помощь и где его поместили в палату люкс, его дочь в течение многих часов безуспешно разыскивала врача: было... воскресенье.

*А.И. ЕРЕМЕЕВА,  
кандидат физико-математических наук  
ГАИШ МГУ  
Фото из архива ГАИШ  
и семейного архива В.Г. Фесенкова*

---

## Информация

---

### **“Стардаст”: продолжение полета**

В январе 2009 г. американская АМС “Стардаст” (“Stardust”, запущена 7 февраля 1999 г.) после исследования кометы Вильда-2 и пятилетнего путешествия на окоლოსолнечной орбите возвратилась на Землю. 12 января она сфотографировала Луну с расстояния 1.1 млн. км и 24 января 2009 г. пролетела в 289 км от нашей планеты со скоростью 10 км/с. Напомним, что 2 января 2004 г. АМС “Стардаст”

сблизилась до 236 км с ядром кометы Вильда-2, взяла образцы кометного вещества и 15 января 2006 г. в капсуле доставила его на Землю (Земля и Вселенная, 2004, № 3, с. 19–21; 2005, № 2, с. 61–62; 2006, № 2, с. 56; 2006, № 3, с. 84–85). Затем станция вышла на гелиоцентрическую орбиту: расстояние в перигелии – 0.921 а.е., в афелии – 1.691 а.е., наклонение к плоскости эклиптики – 1.94° и период обращения – 541.81 сут. Станцию законсервировали, и она находилась в полете в “спящем” режиме. В 2007 г. NASA утвердила новую программу исследований, направив АМС к комете 9P/Темпеля 1, в ядро которой ранее, 4 июля 2005 г.,

врезался 370-кг снаряд “Импактор”, сброшенный с американской АМС “Дип Импакт” (запущена 2 января 2004 г.; Земля и Вселенная, 2005, № 3, с. 40–41; № 6, с. 101–102). Выполнив гравитационный маневр 24 января 2009 г., “Стардаст” вышла на новую орбиту: расстояние в перигелии – 0.971 а.е., в афелии – 1.729 а.е., наклонение к плоскости эклиптики – 8.5°, период обращения – 572.78 сут. 14 февраля 2011 г. она должна исследовать комету Темпеля 1, пролетев от ее ядра на расстоянии 200 км со скоростью 10.9 км/с.

*Пресс-релиз NASA – JPL,  
20 февраля 2009 г.*

## Памяти Дмитрия Ильича Козлова

7 марта 2009 г. на 90-м году жизни скончался крупный конструктор и ученый в области ракетно-космической техники, дважды Герой Социалистического труда, лауреат Ленинской премии, Государственных премий СССР и Государственной премии РФ, Заслуженный деятель науки и техники СССР, член-корреспондент РАН **Дмитрий Ильич Козлов**.

Д.И. Козлов родился 1 октября 1919 г. в г. Тихорецке Краснодарского края в семье рабочего. После окончания в 1937 г. в Пятигорске средней школы он поступил

в Ленинградский военно-механический институт. Во время Великой Отечественной войны 1 июля 1941 г. Дмитрий, студент пятого курса института, добровольцем записался в Ленинградское народное ополчение. Участвовал в боях на Ленинградском и Волховском фронтах в составе 71-й отдельной морской стрелковой бригады, был трижды тяжело ранен. В сентябре 1944 г. по инвалидности демобилизован, вернулся в институт и окончил его в декабре 1945 г. Затем до 1946 г. обучался на специальных курсах при МВТУ им. Н.Э. Баумана.

С июня 1946 г. Д.И. Козлов работал в Технической комиссии, изучавшей в Германии трофейную ракетную технику, там он познакомился с С.П. Королёвым. С мая 1946 г. Дмитрий Ильич – инженер-конструктор, начальник группы завода № 88 Министерства вооружения СССР (г. Калининград Московской области, ныне Королёв). Занимался разработкой управляемых баллистических ракет дальнего действия. В 1951–1958 гг. работал в ОКБ-1 (ныне РКК “Энергия” им. С.П. Королёва) ведущим конструктором баллистической ракеты Р-5 и первой в мире межконтинентальной баллистической ракеты Р-7. С апреля 1958 г. – заместитель главного конструктора ОКБ-1, ответственный за серийное производство ракетной техники. Тогда же во главе группы специалистов он прибыл в Куйбышев (ныне Самара) для организации серийного производства ракеты Р-7. По инициативе С.П. Королёва в филиале ОКБ-1 в Куйбышеве стали изготавливать ракеты-носители, а впоследствии и специализированные космические аппара-



*Член-корреспондент РАН Дмитрий Ильич Козлов (1919–2009).*

ты. С января 1961 г. Д.И. Козлов – заместитель главного конструктора ОКБ-1. Под его руководством в Куйбышевском филиале разработаны первые две ступени РН “Восток”, с помощью которой совершил полет Ю.А. Гагарин. В 1964 г. филиал № 3 ОКБ-1 становится головной организацией в нашей стране по созданию космических средств национального контроля. С января 1967 г. Д.И. Козлов возглавил разработку ряда космических аппаратов, в том числе спутников спектрально-фотографирования “Ресурс-Ф1 и -Ф2” (запущено 62 таких ИСЗ), научных спутников “Бион” (запущено 10 КА), астрофизических спутников “Эфир” (запущено 2 КА) и нескольких уникальных ИСЗ в научных и прикладных целях. В августе 1974 г. Дмитрия Ильича назначили начальником и главным конструктором Центрального специализированного конструкторского бюро (ЦСКБ) в Самаре. В ЦСКБ изготавливаются ракеты-носители “Восток”, “Молния” и “Союз”. В 1983–1996 гг. он начальник и генеральный конструктор ЦСКБ, в котором также создаются космические аппараты серии “Фотон” для технологических экспериментов. В апреле 1996 г. Д.И. Козлов становится генеральным директором и генеральным конструктором Государственного научно-производственного ракетно-космического центра “ЦСКБ-Прогресс” (Самара), созданного на базе много лет возглавляемого Дмитрием Ильичем ЦСКБ и ряда профильных предприятий. С 2003 г. – почетный генеральный конструктор этой фирмы.

За 40 лет под руководством Д.И. Козлова создано и сдано в эксплуатацию

8 типов ракет-носителей и 26 ракетно-космических комплексов, запущено 1700 ракет-носителей и около тысячи космических аппаратов различного назначения. Дмитрий Ильич Козлов – автор более 150 научных трудов и изобретений в области проектирования автоматических космических комплексов и систем. Он стал основателем одной из наиболее ярких научных школ, которая внесла фундаментальный вклад не только в космическое аппаратостроение, но и в геодезию и картографию, биологию и медицину, материаловедение, физику высоких энергий. В течение многих лет Дмитрий Ильич руководил кафедрой “Летательные аппараты” в Самарском государственном аэрокосмическом университете и вырастил плеяду талантливых ученых в области ракетно-космической техники. Он был действительным членом Международной академии астронавтики, Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, Академии технологических наук РФ, почетным членом Российской инженерной академии.

Дмитрий Ильич награжден четырьмя орденами Ленина, орденами Октябрьской Революции, Отечественной войны I степени, Красной Звезды, “За заслуги перед Отечеством” и 29 медалями. Он почетный гражданин Самары и Тихорецка, Самарской области. Бронзовый бюст Д.И. Козлова установлен на его родине, в Тихорецке.

Дмитрий Ильич Козлов навсегда останется в истории космонавтики как человек-легенда, соратник С.П. Королёва, внесший огромный вклад в создание ракетно-космической техники и укрепление обороноспособности нашей страны.

---

## Информация

---

### “Чангэ-1”: прекращение полета

1 марта 2009 г. в 8 ч 13 мин по Гринвичу китайская лунная

АМС “Чангэ-1” (“Chang’e-1”, запущена 24 октября 2007 г.) упала на Луну, завершив свою миссию. “Чангэ-1” в течение 16 мес находилась на орбите искусственного спутника Луны (Земля и Вселенная, 2008, № 2, с. 107; 2008, № 6, с. 104; 2009, № 2, с. 89–90). За это время станция передала на Землю около 1400 Гбайт научных данных, множество снимков лун-

ной поверхности, на основе которых созданы трехмерная и топографическая карты Луны, карты распределения некоторых химических элементов на поверхности Луны.

*Пресс-релизы Китайского национального космического агентства, 2 и 13 марта 2009 г.*

## Семинар в ИКИ РАН

Международный семинар **“Посадочный аппарат на Европу: научные цели и эксперименты”** состоялся в середине февраля 2009 г. в Институте космических исследований РАН. Организатором выступил ИКИ РАН при поддержке Российской академии наук и Российского фонда фундаментальных исследований. В семинаре приняло участие почти сто ученых из различных научных организаций Великобритании, Германии, Индии, Испании, Италии, Китая, Нидерландов, России, США, Франции, Швейцарии, а также Европейского космического агентства (ESA) и Национальной администрации по авиации и исследованию космического пространства США (NASA). Семинар был посвящен обсуждению перспектив автоматической посадочной экспедиции на спутник Юпитера Европу.

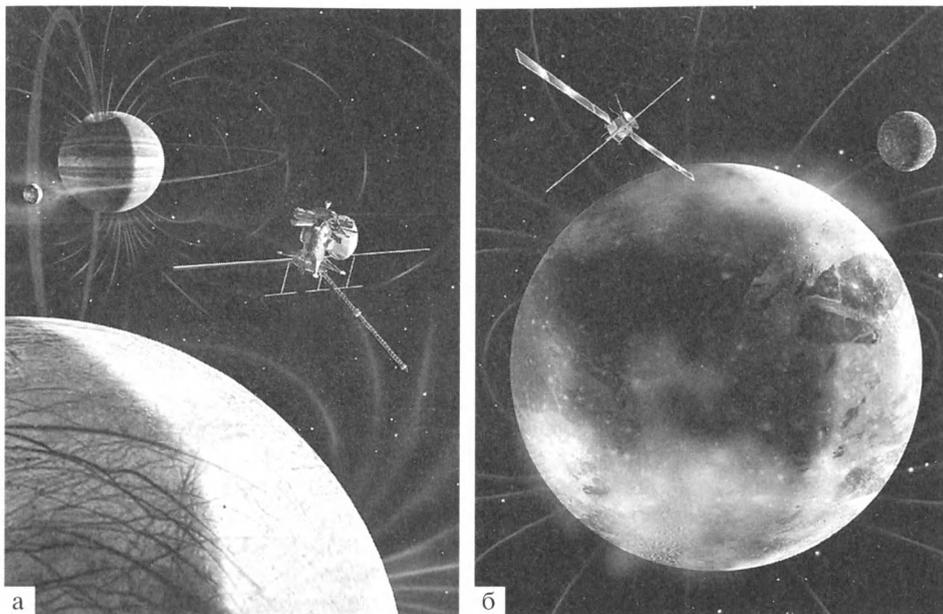
Интерес к этому небесному телу в последние годы значительно возрос. Под коркой льда (его толщина оценивается от нескольких до 20 км), покрывающей всю поверхность Европы, может находиться жидкая вода – океан глубиной примерно 100 км.



Вода на Европе, скорее всего, непосредственно контактирует с минеральным основанием, что считается необходимым условием для зарождения и существования жизни.

В 2007–2008 гг. два проекта по исследованию системы Юпитера ESA (в рамках программы “Cosmic

Vision”) и NASA (“Solar System Flagship Mission”) были объединены в совместную автоматическую экспедицию под названием *“Europa Jupiter System Mission”* (“EJSM”, миссия в систему Юпитера к Европе). В конце февраля 2009 г. было объявлено о решении двух ведущих агентств о первоочередной реализации проекта “EJSM” в 2020–2029 гг. Конкурирующий проект – *“Titan Saturn System Mission”* по исследованию Сатурна и его спутника Титана (“TSSM”, миссия в систему Сатурна к Титану) – отложен на более поздний срок. В экспедиции будут использованы две орбитальные автоматические межпланетные станции: американская *“Jupiter Europa Orbiter”* (“JEO”) будет обращаться вокруг Европы, а европейская *“Jupiter Ganymede Orbiter”* (“JGO”) – вокруг Ганимеда, другого спутника Юпитера. На “JEO” предполагается установить 11 научных приборов, на “JGO” – 10. В программе, возможно, примет участие Япония, которая самостоятельно разрабатывает проект *“Jupiter Magnetospheric Orbiter”* (“JMO”, орбитальный аппарат в маг-



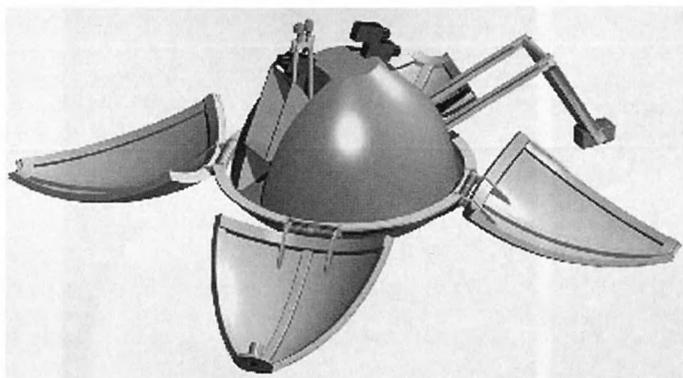
Автоматические межпланетные станции, которые предполагается запустить в 2020–2022 гг. по программе “Europa Jupiter System Mission”, на орбиты вокруг Европы и Ганимеда: а) американская “Jupiter Europa Orbiter”, б) европейская “Jupiter Ganymede Orbiter”. Рисунки NASA/JPL и ESA.

нитосферу Юпитера) – АМС для исследования магнитосферы Юпитера с орбиты его искусственного спутника. На Европе ученые надеются обнаружить следы живых организмов или, если их нет, органические вещества, которые помогут понять какие условия необходимы для зарождения жизни.

Россия, с ранних стадий принимавшая участие в подготовке европейского проекта “Лаплас”, сейчас разрабатывает независимый эксперимент, включающий спускаемый аппарат для посадки на поверхность Европы и орбитальный спутник-ретранслятор. Данный проект – чисто российская инициатива, так как посадочный аппарат на Европу исчез из планов NASA и ESA на

очень ранних стадиях проработки. В то же время российский проект будет тесно связан с экспедицией “EJSM”: информация с американского спутника Европы планируется использовать для выбора места посадки, а европейский зонд и международная сеть радиотелескопов рассматриваются как резервные каналы передачи данных с российского посадочного аппарата. Планируется широкое участие международной кооперации в экспериментах на российском посадочном аппарате. В итоге российский проект готовится в тесной взаимосвязи с американскими и европейскими коллегами, хотя о формальном соглашении между агентствами говорить еще рано.

На Семинаре обсуждались организационные, технические и научные аспекты будущей миссии. Встречу открыл директор ИКИ РАН академик **Л.М. Зелёный**, рассказавший о перспективах планетных исследований России, которые проводятся в рамках Федеральной космической программы 2006–2015 гг. Продолжением этого сообщения стал доклад **Ж.-П. Лебретона** (Европейский центр космических исследований и технологий ESA, ESTEC) о планах Европейского космического агентства по исследованию планет Солнечной системы. Особое внимание было уделено внешним планетам: полету АМС по программе “EJSM” и проекту “Titan Saturn System Mission” по



Макет российского спускаемого аппарата для посадки на поверхность Европы. Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

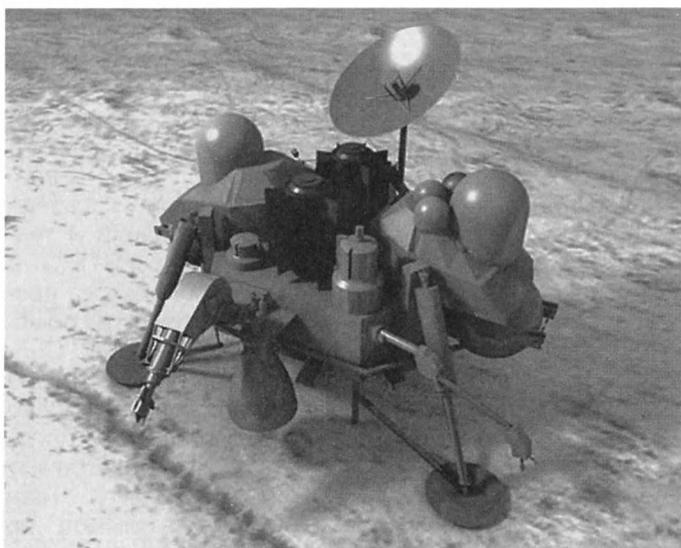
исследованию Сатурна и его спутника Титана.

Более подробно о схеме экспедиции по программе “EJSM” в систему Юпитера и изучении Европы рассказали **М. Блан** (Политехническая школа, Франция) и **К. Кларк** (Лаборатория реактивного движения NASA, США). Запуски и американской, и европейской AMC планируются на 2020–2022 гг. Полет до Юпитера займет около шести лет, планируемая продолжительность миссии в системе Юпитера –

три года. Основное внимание сосредоточат на ледяных спутниках Европе и Ганимеде, но и остальные галилеевы спутники Юпитера (Ио, Каллисто) тоже будут исследоваться. В результате совместных экспериментов ученые надеются получить ответ на ключевые вопросы относительно формирования Юпитера и его спутников, прояснить особенности взаимодействия юпитерианских лун с магнитосферой планеты, детально картографировать спутни-

ки, уточнить особенности их внутреннего строения и многое другое. Одна из главных целей экспедиции – поиск признаков жизни или предпосылок ее возникновения на ледяных спутниках Юпитера. Посадочный модуль, который планируется создать в России, также призван дать ответ на эти вопросы или, по крайней мере, подсказать пути их решения. Применение контактных методов исследования для многих из них будет намного эффективнее.

Предварительные расчеты баллистической схемы такой экспедиции и ограничений на массу научной аппаратуры (50 и 70 кг для орбитального и посадочного модулей соответственно) проведены в НПО им. С.А. Лавочкина. Об этом рассказал заместитель генерального конструктора НПО им. С.А. Лавочкина **М.Б. Мартынов**. Для выведения AMC на межпланетную траекторию потребуется ракетоноситель “Протон” с разгонным блоком “Бриз-М”. Рассматривалось два варианта траектории: с гравитационными маневрами у Венеры и Земли или



Макет европейского спускаемого аппарата AMC (программа “Europa Jupiter System Mission”). Фото ESA.

единственным маневром у Земли. Чтобы выйти на орбиту вокруг Европы, потребуется серия гравитационных маневров у галилеевых спутников. Перед баллистиками стоит задача свести до минимума время приближения к Европе из-за высоких доз радиации, которые угрожают космическим аппаратам в магнитосфере Юпитера, в особенности внутри его радиационных поясов. Из-за этого была выбрана серия гравитационных маневров у юпитерианских спутников продолжительностью два года, которая закончится выходом на круговую полярную орбиту вокруг Европы. После дистанционного изучения поверхности и выбора места посадки спускаемый аппарат отделится от орбитального, а затем опустится на поверхность Европы. Орбитальный аппарат продолжит изучение спутника с орбиты и послужит ретранслятором для посадочного аппарата.

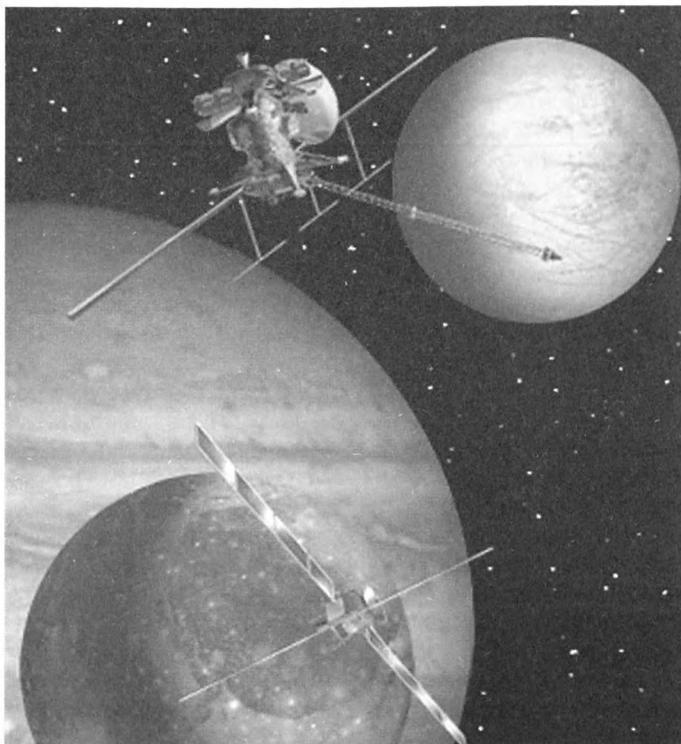
В докладе **М.В. Подзолко** (Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.Н. Скобельцына МГУ) приведены расчеты радиационных доз, которые получит космический аппарат с несколькими степенями защиты и при различных траекториях полета. Наибольшую опасность для АМС представляют радиационные пояса Юпитера. Так, в течение двух месяцев пребывания на орбите вокруг Европы и на ее поверхности доза поглощенной радиации под защитой плотностью  $2.2 \text{ г/см}^2$  (таким об-

лада АМС “Галилео”) составит несколько сотен килорад. Кроме того, несколько десятков килорад АМС получит, совершая гравитационные маневры около Юпитера. Для сравнения: АМС “Галилео” за время работы получил приблизительно 650 килорад, что в три раза превышает номинальные значения. На основе проведенных специалистами НИИЯФ МГУ расчетов были сделаны выводы о том, какая траектория может считаться оптимальной, в частности предложено использовать гравитационные маневры у Ганимеда.

Особенностям плазменной обстановки у Европы, в том числе структуре и динамике магнитосферы Юпитера, посвятил доклад доктор физико-математических наук **А.А. Петрукович** (ИКИ РАН). Магнитосфера планеты существенно отличается от земной. Собственное магнитное поле этой планеты-гиганта гораздо больше, оно вращается быстрее и влияние солнечного ветра на него сравнительно меньше, чем у Земли. В магнитном поле Юпитера чрезвычайно эффективно происходит ускорение частиц. Плазменная обстановка вблизи Европы соответствует условиям внешнего радиационного пояса Земли, но типичные энергии и потоки частиц выше на два-три порядка. На плазменную обстановку серьезно влияет другой спутник Юпитера, Ио – источник тяжелых ионов, в частности серы. Все это создает достаточно жест-

кие условия для работы АМС на орбите Европы и на ее поверхности, так как слабая экзосфера спутника практически не защищает поверхность. Частицы с энергиями выше 1 МэВ могут нанести значительный ущерб аппаратуре. Протоны и тяжелые ионы, проникающая способность которых ограничивается долями миллиметра, будут опасны, в первую очередь, для незащищенных элементов, таких как ПЗС-матрицы. Электроны, способные проникать глубже, также могут создать внутренний заряд. При проектировании космического аппарата придется учитывать и то, что из-за взаимодействия с плазмой поверхность спутника может быть заряжена.

Модель разреженной атмосферы (экзосферы) Европы обсуждалась в докладе доктора физико-математических наук **В.И. Шематовича** (Институт астрономии РАН). Атмосфера спутника в некотором смысле – “продолжение” его поверхности, так как ее основной источник – взаимодействие заряженных частиц и солнечного ультрафиолета с поверхностью, состоящей из водяного льда. Основной компонент атмосферы – молекулярный кислород. Молекулярный водород, который тоже пополняет атмосферу в результате взаимодействия поверхности с плазмой, достаточно быстро “уходит” в межпланетное пространство, формируя вдоль орбиты Европы тор из нейтрального газа. Более тяжелые атмо-



*Американская и европейская АМС на орбитах искусственных спутников Европы и Ганимеда. Рисунки NASA.*

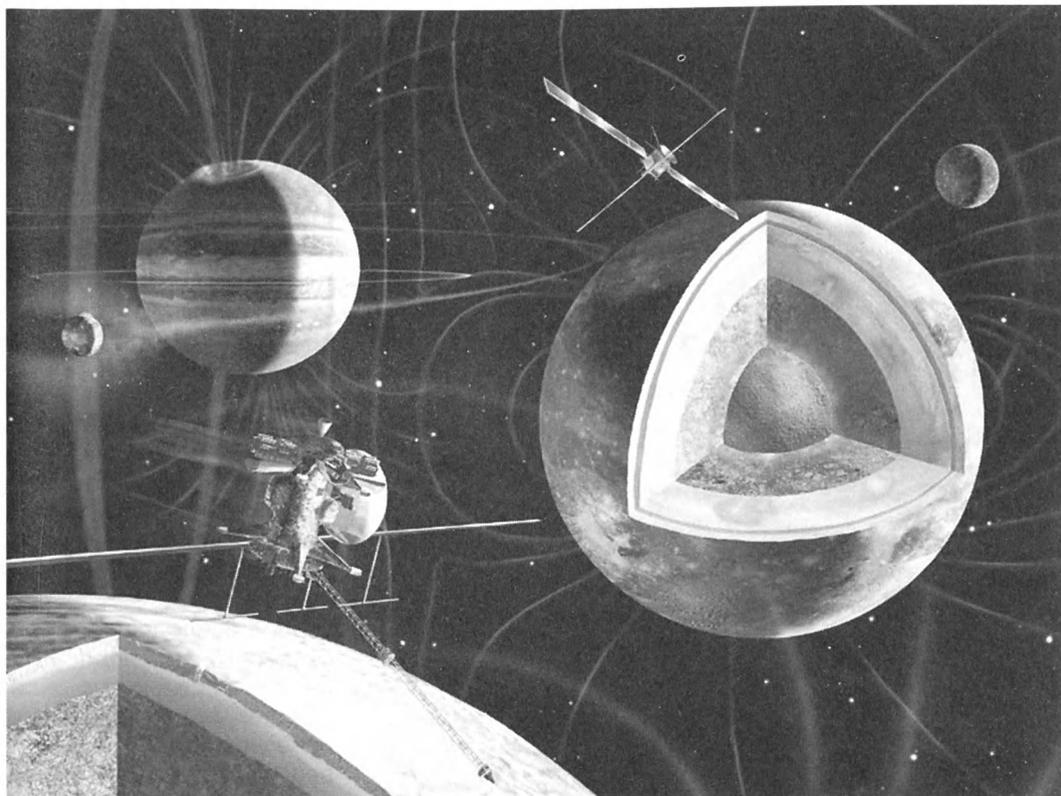
сферные молекулы кислорода и воды также могут покидать нижние слои атмосферы, но за счет других, нетепловых процессов – диссоциации и ионизации. Образовавшийся в результате диссоциации атомарный кислород сверхтепловых энергий формирует диффузную горячую корону. В данном докладе проведено численное моделирование атмосферы Европы и показано, что на плотность атмосферного кислорода на разных высотах влияют различные процессы. Нейтральная атмосфера в среднем динамически стабильна в нижних слоях (до 100 км). Затем, в результате взаимодействия с магнитосферными ионами и горячим атомарным кисло-

родом, молекулярный кислород начинает нагреваться, образуя экзосферу Европы, “убегая” внутрь магнитосферы Юпитера. Таким образом, Европа постепенно теряет атмосферу, которая, с другой стороны, постоянно пополняется от поверхности.

Важной частью Семинара стало обсуждение научных задач будущей посадочной экспедиции и нерешенных вопросов в изучении Европы, например обсуждалась внутренняя структура спутников Юпитера. В докладе **О.Л. Кускова** и его коллег (Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН) рассмотрены сравнительные характеристики Европы, Ганимеда и Каллисто. Эти три

небесных тела имеют ледяные оболочки. На основе данных АМС “Галилео” и теоретических ограничений были построены модели спутников и показано, что их химический состав соответствует обычным хондритам. Мощность водно-ледяных оболочек изменяется от  $115 \pm 10$  км для Европы ( $6.8 \pm 0.6\%$  полной массы) до 900–950 км для Ганимеда. В результате исследований выяснилось, что Европа и Ганимед прошли через стадию дифференциации с образованием водно-ледяных внешних оболочек, силикатной мантии и металлического ядра. Каллисто же – лишь частично дифференцированный спутник. Кроме этого, данные исследования подтверждают гипотезу о том, что и на Каллисто есть внутренний океан под слоем льда, как на Европе и Ганимеде. Ниже океана находятся ледяная мантия с примесью скальных пород и железно-силикатное ядро. Состав спутников может указывать на химический состав протопланетной туманности на расстоянии от Солнца, равном радиальному расстоянию до Юпитера.

Другой темой стало обсуждение свойств ледяной поверхности Европы. Кандидат физико-математических наук **Б.И. Раби-**



*Внутреннее строение Ганимеда и Европы. Видно сжатие спутников за счет гравитационного взаимодействия с Юпитером. Рисунок М. Карролл, NASA/JPL.*

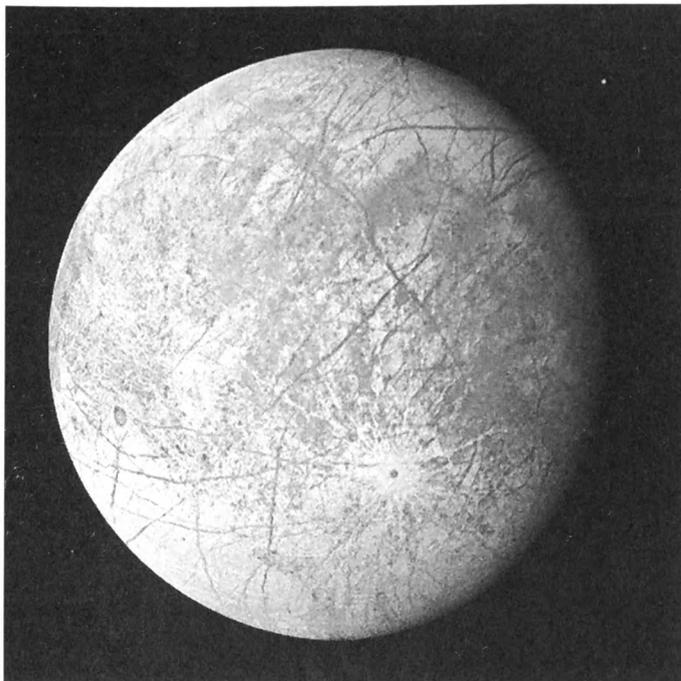
**нович** (ИКИ РАН) представил модель вращения ледяной поверхности относительно ядра спутника под действием магнитного поля Юпитера. Под коркой льда водная (электропроводящая) «прослойка» с ядром вращаются несинхронно. Таким образом, по мнению докладчика, прямое доказательство существования океана под ледяной поверхностью спутника можно получить с помощью датчика угловой скорости, расположенного на поверхности Европы.

Обзор геофизических задач в исследовании Европы сделали доктор фи-

зико-математических наук **О.Б. Хаврошкин** и коллеги (Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН). Наиболее важные из них относятся к области геоморфологии, нелинейной сейсмологии, экстремального состояния льда Европы. Запланированы эксперименты по изучению внутреннего строения и ядра Европы, картографирование ее поверхности. Для более точного выяснения внутренней структуры необходимо определить скорость распространения сейсмических волн в коре. Важным источником информации могут

стать высокочастотные акустические и сейсмические шумы, а также электромагнитные возмущения, которые генерируются в результате фазовых переходов внутри ледяной оболочки и непосредственно под ней.

Другая важная проблема, которую необходимо иметь в виду при планировании экспедиции, – химический состав поверхности Европы. О нем говорилось в докладе доктора **Дж. Далтона** (Лаборатория реактивного движения, NASA). Частично состав поверхности Европы определен по спектромет-



Европа. Снимок сделан 19 сентября 1997 г. АМС "Галилео" с расстояния 725 тыс. км (разрешение – 7.3 км). Фото NASA.

рическим измерениям АМС "Вояджер" и "Галилео", но этого недостаточно. Водяной лед составляет основную часть поверхностного слоя, в нем есть и другие вещества, особенно на более темных участках Европы, предположительно это кислоты, основания, щелочные соли, летучие компоненты. Их источников несколько: геологические процессы, поднимающие эндогенное вещество на поверхность; имплантация ионов межпланетной плазмы; заряженные частицы солнечного ветра и ультрафиолетовое излучение Солнца. Посторонние вещества могут быть принесены микрометеоритами, в этом случае они находятся на глубине 1–2 м. Важную роль в формировании поверхности Европы играют сво-

бодные радикалы. Атомарные кислород и водород, образованные в результате распада воды, дают начало цепочке реакций, в которые вовлекаются другие элементы. Наконец, на основе предыдущих наблюдений нельзя исключить наличия органических веществ. Посадочная экспедиция на Европу поможет ответить на многие вопросы, возникшие в результате дистанционного изучения спутника. Автор доклада подчеркнул, что для посадки необходимо тщательно выбрать наиболее интересный район, которым может стать одно из "затемненных" мест на поверхности спутника. Именно там, вероятно, процессы преобразования поверхностного вещества идут наиболее активно.

На Семинаре обсуждались перспективы астробиологических исследований Европы. В докладе профессора **О. Прието-Баллестерос** (Центр астробиологии INTA-CSIC, Испания) рассмотрены возможные методики поиска каких-либо форм жизни. Прежде всего, для астробиологических экспериментов представляют интерес исследования поверхности и подповерхностного слоя, которые помогут охарактеризовать небесное тело и выделить вещества-биомаркеры, если последние обнаружатся. Другое направление исследований – целенаправленный поиск возможных биогенных веществ (органических молекул, летучих), анализ изотопных соотношений. Третьим направлением исследований может стать непосредственный поиск живых организмов.

Помощь ученым могут оказать биологические исследования, проведенные в Антарктиде на озере Восток. О них рассказал кандидат физико-математических наук **С.А. Булат** (Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова РАН), особенно отметивший проблему возможного загрязнения образцов, а также необходимость разработки методов, которые позволят

найти жизнь, не похожую на земную.

Третий день Семинара был посвящен обсуждению возможных научных приборов на борту посадочного КА и задачам, которые необходимо решить с их помощью. Для всестороннего изучения спутника и его плазменного окружения понадобится комплекс научной аппаратуры: сейсмометры, газоана-

лизаторы, разнообразные спектрометры для определения состава поверхности, в том числе поиска веществ-биомаркеров. Был предложен ряд средств для забора проб льда с глубины 30 см и более: пеллетаторы и зонды, плавающие лед. Считается, что начиная с этой глубины можно взять пробу льда, не подвергавшегося воздействию радиации. От-

дельно обсуждались эксперименты, предназначенные специально для поиска живых организмов или органических веществ. Семинар завершился дискуссией, в ходе которой были подведены итоги обсуждения затронутых вопросов.

*О.В. ЗАКУТНЯЯ  
ИКИ РАН*

---

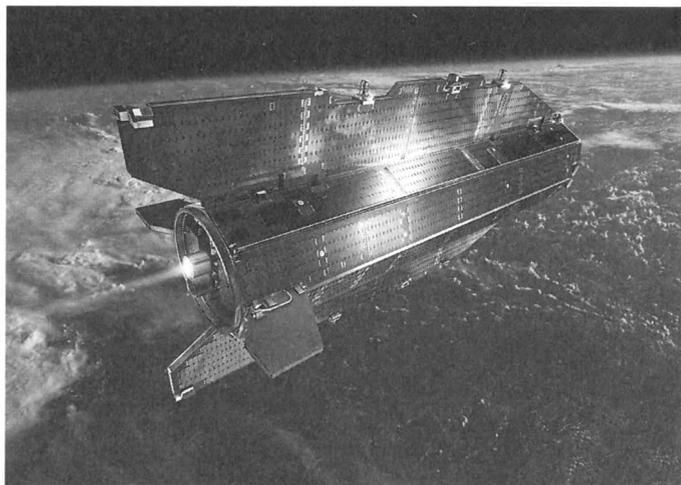
## Информация

---

### Европейский научный спутник "GOCE"

17 марта 2009 г. с космодрома Плесецк стартовала ракета-носитель "Рокот" с разгонным блоком "Бриз-КМ" и научным ИСЗ "GOCE" (the Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer – исследователь гравитационного поля и циркуляции океана). Спутник (длина – 5 м, диаметр – 1.1м, масса – 1100 кг) вышел на околоземную орбиту высотой 272 × 290 км, наклоном 96.71° и с периодом обращения 90.14 мин. "GOCE" – первый из космических аппаратов по исследованию Земли, который реализуется в рамках программы Европейского космического агентства "Живая планета", предусматривающая изучение атмосферы, биосферы, гидросферы, криосферы и внутреннего строения Земли, их взаимодействия и влияния человеческой деятельности на эти природные процессы.

Спутник предназначен для исследования гравитационно-



*Научный ИСЗ "GOCE". Рисунок ESA.*

го поля Земли и стационарной циркуляции океана. С помощью этого ИСЗ будет уточняться форма геоида, что важно для исследования океанической циркуляции, измерений динамики уровня моря и движения прибрежных льдов. Более точные данные о гравитационных аномалиях позволят лучше понять динамику атмосферных процессов и явления, происходящие внутри Земли (вулканизм и землетрясения) и в океанах, а также получить новые

сведения о движении земной коры.

На ИСЗ "GOCE" установлено три научных прибора: шесть сверхточных акселерометров для измерения гравитационного градиента Земли (до  $\pm 10^{-12}$  м/с<sup>-2</sup>, двухканальный приемник навигационной системы GPS и лазерный отражатель. Расчетный срок эксплуатации – 10 лет.

*Пресс-релиз ГКНПЦ  
им. М.В. Хруничева,  
18 марта 2009 г.*

## Запуски первых АМС к Луне

В. Ю. ПАНОВ,  
Государственный музей истории космонавтики  
им. К.Э. Циолковского  
(Калуга)

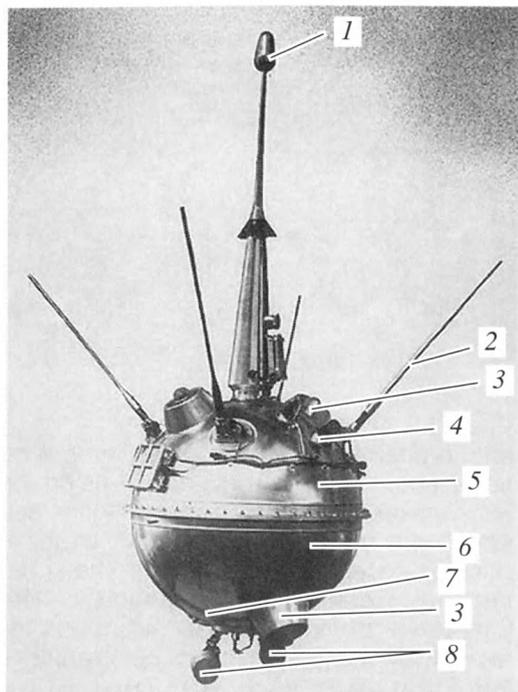
***В этом году исполняется 50 лет со времени первых удачных запусков советских “лунников” (АМС “Луна-1–3”).***

Выступая в апреле 1956 г. на Всесоюзной конференции по ракетным исследованиям верхних слоев атмосферы, проходившей в АН СССР, С.П. Королёв в числе первоочередных задач поставил вопрос о полете на Луну: *“Реальной задачей является разработка полета ракеты на Луну и обратно от Луны... Это перспективы реальные и не такие уж далекие”*. Еще в 1955 г. в ОКБ-1 был создан Отдел № 9 по проектированию космических аппаратов, начальником которого стал М.К. Тихонравов. В конце 1958 г. и в 1959 г. группе проектантов этого отдела во главе с Г.Ю. Максимовым удалось сконструировать несколько вариантов лунных аппаратов. Для их запусков к Луне была модернизирована ракета-носитель Р-7 и увеличена ее мощность: на Р-7 установили дополнительную третью ступень, ее двигатель впервые в мире включался в условиях космического пространства. РН 8К72 могла запускать беспилотные КА массой до 450 кг со второй космической скоростью – более 11,2 км/с. Это позволяло доставлять небольшой космический аппарат в окрестности Луны или на ее поверхность. В постановлении Правительства от 20 марта 1958 г. предусматривалась разработка в ОКБ-1 нескольких ти-

пов автоматических лунных станций (они назывались “лунниками”): Е-1 – пролет вблизи Луны, Е-1А – попадание на Луну с доставкой на ее поверхность вымпела СССР (при скорости прилунения более 3 км/с), Е-2 – облет Луны и фотографирование ее обратной стороны с передачей изображения по радиоканалу на Землю, Е-2А – запасной вариант Е-2 (применялся другой тип фототелевизионного устройства), Е-3 – жесткая посадка на Луну с фиксацией события яркой вспышкой на лунной поверхности (этот тип не запускался).

“Лунники” типа Е-1 и -1А (“Луна-1” и “Луна-2”) решали следующие задачи: отработка и проверка точности выведения аппаратов на межпланетные орбиты; проверка возможности поддержания радиосвязи с ними на значительных расстояниях; исследование свойств космического пространства между Землей и Лунной и вблизи Луны. Во время полета к Луне планировалось изучение магнитных полей Земли и Луны, радиационных поясов, космических лучей, метеорных частиц. Станции этой серии были просты по конструкции. Они представляли собой сферический герметичный контейнер массой 187 кг, состоящий из двух алюминиево-магниевого полусфер радиусом 0,4 м, соединенных 48 болтами через шпангоуты диаметром 0,85 м. На верхней полусфере размещались четыре стерж-

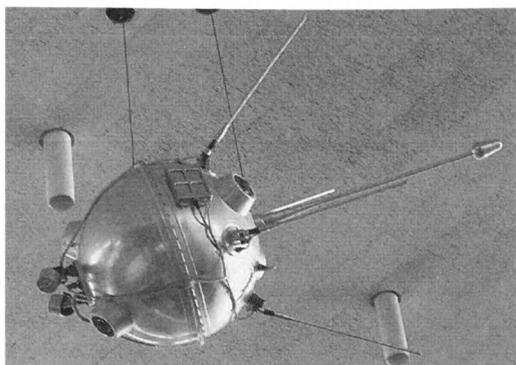
Размещение приборов и оборудования на АМС "Луна-1 и -2": 1 – магнитометр, 2 – антенны радиопередатчика (183.6 МГц), 3 – ионные и протонные ловушки, 4 – датчик соударений метеорных частиц, 5 – верхняя полусфера корпуса станции, 6 – нижняя полусфера корпуса станции, 7 – вентилятор, 8 – ленточные антенны радиопередатчика (19.993 МГц).



новые антенны радиопередатчика, работающего на частоте 183.6 МГц, две протонные ловушки для обнаружения межпланетного газа и два детектора (пьезоэлектрические "микрофоны") для регистрации ударов метеоритных частиц. По радиоканалу на частоте 183.6 МГц осуществлялись контроль орбиты и измерение элементов траектории полета. К верхней полусфере крепился магнитометр для измерения магнитных полей Земли и Луны. На нижней полусфере размещались ионные и протонные ловушки для регистрации корпускулярного излучения Солнца, две ленточные антенны радиопередатчика, работающие на частоте 19.993 МГц, передающие данные о температуре и давлении внутри контейнера и научную информацию. Внутри контейнера, заполненного азотом под давлением 1.3 атм, на приборной раме размещались два радиопередатчика, блоки приемников и телеметрии, источники питания (серебряно-цинковые аккумуляторы и окисно-ртутные батареи) и научная аппаратура, регистрирующая тяжелые ядра и фотоны в первичном космическом излучении, вариации интенсивности космических лучей и радиации. Температура приборов (20°C) поддерживалась путем циркуляции газа в оболочке-радиаторе с помощью вентилятора. АМС "Луна-1-3" при запуске располагались в верхней части третьей ступени ракеты-носителя и закрывались сбрасываемым коническим обтекателем. На корпусе третьей ступени размещались два радиопередатчика с антеннами, радиосистема определения траектории полета, сцинтилляционные счетчики космических лучей и аппаратура для создания искусственной натриевой кометы. Общая масса научной аппаратуры не превышала 100 кг.

2 сентября 1958 г. вышло постановление Правительства о запусках автоматических станций к Луне начиная с сентября того же года. Напомним, что незадолго до этого, 17 августа 1958 г., в США был осуществлен первый запуск к Луне АМС серии "Пионер" ("Pioneer"), а затем еще несколько, но всякий раз ракеты взрывались. Главная цель запусков серии отечественных "лунников" – перелет с Земли на Луну и фотографирование ее обратной стороны. Из девяти советских АМС, стартовавших к Луне в 1958–1960 гг., выполнили программу только две ("Луна-2 и -3", 1959; Земля и Вселенная, 1999, № 6; 2008, № 4).

В СССР после трех неудач первый успешный старт в сторону Луны состоялся 2 января 1959 г. Это была АМС "Луна-1" (масса – 361 кг), впоследствии названная "Мечтой". Система управления ракеты совместно с наземными радиотехническими средствами обеспечивала ее вывод на требуемую траекторию. Необходимо было достичь скорости, несколько превышающей параболическую. При старте с территории СССР (космодром Байконур) допустимыми считались ошиб-



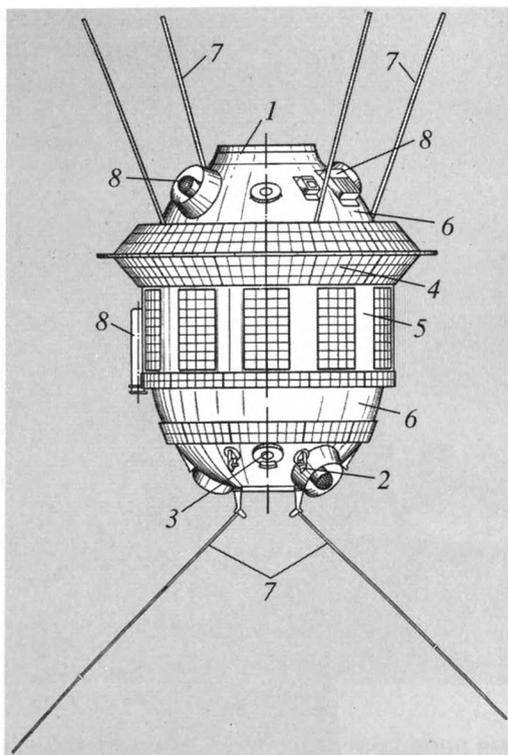
Макет АМС "Луна-1". Такой же была и "Луна-2". Государственный музей истории космонавтики им. К.Э. Циолковского. Фото Л. Чиркова.

ки: по времени – несколько секунд и по величине начальной скорости – не более нескольких метров в секунду. После выключения двигателя "Луна-1" отделилась от последней (третьей) ступени ракеты-носителя и летела рядом с ней. Станция и ступень ракеты вышли на гелиоцентрическую орбиту: перигелий – 146.4 млн. км, афелий – 197.2 млн. км, период обращения – 450 сут, наклонение орбиты к плоскости эклиптики –  $1^\circ$ . "Луна-1" достигла в районе Луны скорости около 2 км/с, но на Луну все же не попала из-за ошибки в циклограмме полета (двигатели третьей ступени ракеты включились позже расчетного времени). Через 34 ч после старта "Луна-1" и третья ступень ракеты пролетели около цели на расстоянии 6400 км от поверхности Луны, придя в расчетную точку раньше Луны, и стали первыми в истории искусственными планетами Солнечной системы. Внутри "Луны-1" находились сферический вымпел из стальных пятиугольных элементов с зарядом взрывчатого вещества внутри шара для их разброса и капсула, заполненная жидкостью, в которой размещались алюминиевые полоски. На вымпелах и полосках были изображение герба, надпись "СССР" и дата запуска. К сожалению, доставить их на Луну в этот раз не удалось. Интересно, что полет станции могли видеть во многих странах благодаря созданию "искусственной кометы". 3 января 1959 г. на расстоянии 113 тыс. км от Земли в космос выбросили натриевое облако с помощью специального устройства, установленного на третьей ступени ракеты-носителя, которая

летела почти по той же траектории, что и отделившаяся от нее станция. Солнечное излучение вызвало свечение паров натрия, и это облако на фоне созвездия Водолея сфотографировали на Земле специалисты. С помощью приборов "Луны-1" впервые зарегистрирован внешний радиационный пояс Земли, установлено отсутствие лунного магнитного поля. Ионные ловушки и счетчики частиц станции измерили параметры солнечного ветра.

Полет первого "лунника" показал, что попадание в Луну – это вопрос времени. 12 сентября 1959 г. к Луне стартовала АМС "Луна-2" (масса – 390 кг, впервые проложившая трассу Земля – Луна. Коррекция траектории не предусматривалась, поэтому для обеспечения попадания в Луну расчетные параметры движения в конце активного участка выдержаны исключительно точно. Ошибка скорости движения всего на 1 м/с привела бы к отклонению точки встречи с Луной на 250 км. Обеспечение столь ювелирного управления представляет собой весьма сложную задачу. Однако ее решили с изумившей мир точностью. АМС "Луна-2" (тип Е-1А), ее устройство и научные приборы аналогичны "Луны-1", лишь магнитометр установлен более чувствительный. На трассе перелета проводилось исследование магнитных полей Земли и Луны, радиационных поясов Земли, интенсивности солнечного и космического излучения, газовой компоненты межпланетного вещества, а также регистрировались тяжелые ядра космического излучения и метеорных частиц. "Луна-2" подтвердила, что у Луны отсутствует магнитное поле, вокруг нее нет радиационных поясов, ионизованная оболочка чрезвычайно разряжена, была уточнена структура внешнего радиационного пояса Земли. Одно из основных достижений – открытие солнечного ветра. Впервые испытана аппаратура слежения за траекторией полета КА. По мере приближения к лунной

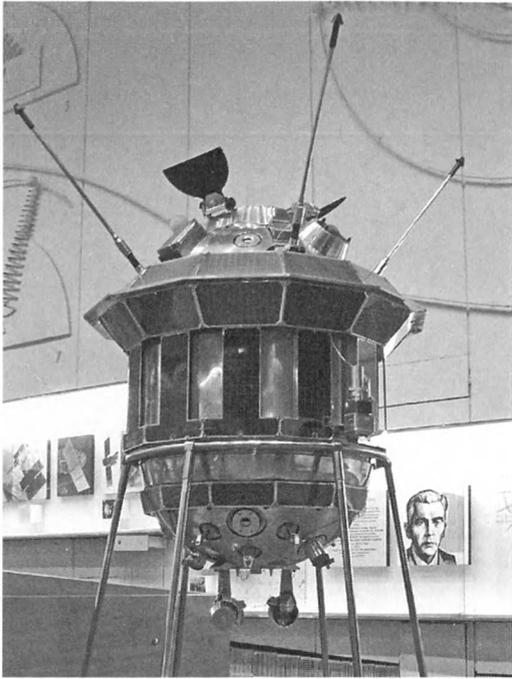
Размещение научной аппаратуры и систем на АМС "Луна-3": 1 – иллюминатор для фототелевизионного устройства, 2 – двигатель системы ориентации, 3 – солнечный датчик, 4 – секции солнечной батареи, 5 – жалюзи системы терморегулирования, 6 – тепловые экраны, 7 – антенны радиосвязи, 8 – приборы для научных исследований.



поверхности обнаружено небольшое увеличение концентрации газовой компоненты по сравнению с межпланетным пространством. 14 сентября 1959 г. в 00 ч 02 мин 24 с по московскому времени "Луна-2" впервые достигла поверхности Луны в районе Моря Ясности вблизи кратеров Аристил, Архимед и Автолик (западный склон). Место жесткой посадки – 30° с.ш. и 1° долготы. Скорость падения на Луну составила 3.3 км/с, а угол – 60°. "Луна-2" разбилась, выполнив задачу полета. Место падения "Луны-2" названо Заливом Лунника. Внутри станции находились шар из стальных пятиугольных вымпелов и капсула, в ней – алюминиевые полоски с изображением герба, надписью "СССР" и датой запуска. После прилунения шар был подорван, и его элементы (пятиконечные вымпелы), а также полоски с надписями разлетелись в разные стороны. Как показали параметры движения "Луны-2", третья ступень ракеты также достигла поверхности Луны.

Следующему "луннику" предстояло передать на Землю снимки обратной, невидимой, стороны Луны! Траектория полета станции предусматривала облет Луны и фотографирование за ее диском, поэтому невозможно было сразу передать снимки. Специалисты решили посылать изображения по радиоканалу связи на приемные наземные станции при возвращении станции к Земле. С этой целью выделены и оснащены соответствующей аппаратурой два наземных измерительных пункта: основной – в Крыму (Симеиз) и второй – на Камчатке. На АМС установили новую систему ориентации, созданную под руководством Б.В. Раушенбаха. В нее входили отслеживающие Солнце и Луну оптические датчики и поддерживавшие станцию в строго определенном положении микродвигатели ориентации, когда объектив фототелевизионного

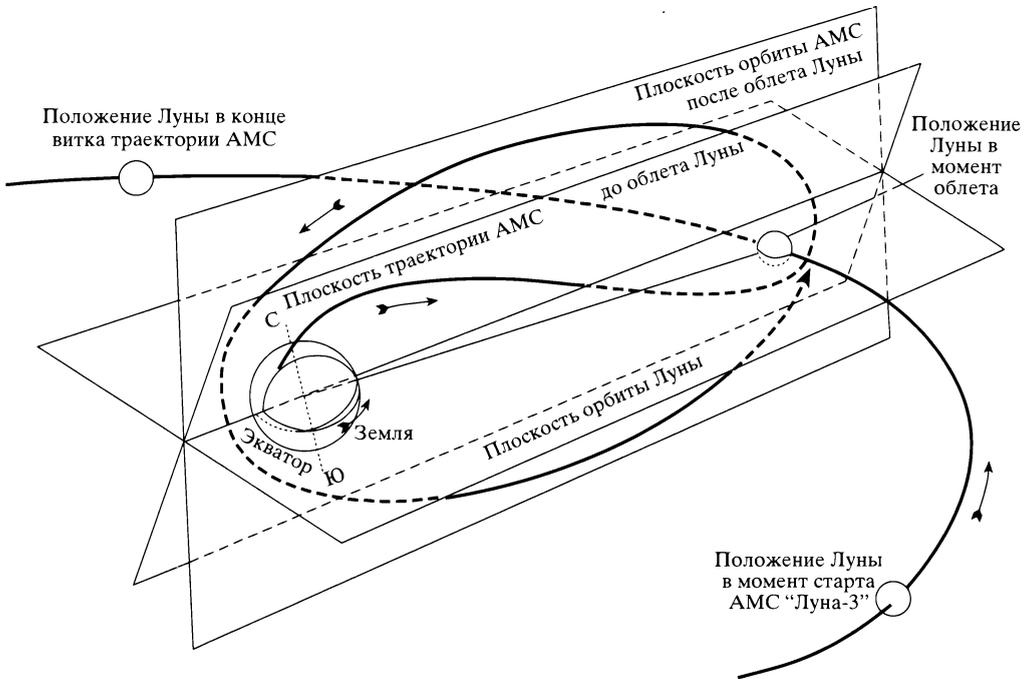
устройства (ФТУ) направлялся на Луну. В качестве источника энергоснабжения впервые использовались солнечные батареи. По заданию ОКБ-1 под руководством П.Ф. Брацлавца в ленинградском НИИ-380 (ныне Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения) в очень короткие сроки разработали саморегулирующееся ФТУ "Енисей". Комплекс ТВ-аппаратуры (главный конструктор И.Л. Валик): бортовое ФТУ, работающее в двух режимах (медленном и быстром), и два типа наземной приемной аппаратуры ("Енисей-I" осуществлял быстрый режим получения снимков, "Енисей-II" – медленный). В медленном режиме работы ТВ-комплекса длительность передачи строки кадра равнялась 1.25 с, время передачи кадра – около 30 мин. Потенциальная разрешающая способность изображения – 1 тыс. элементов в строке. Аппаратура "Енисей-II" принимала кадры на пленку в медленном режиме при больших удалениях АМС от Земли (более 300 тыс. км). В быстром режиме на достаточно близком расстоянии от Земли (40–50 тыс. км) вре-



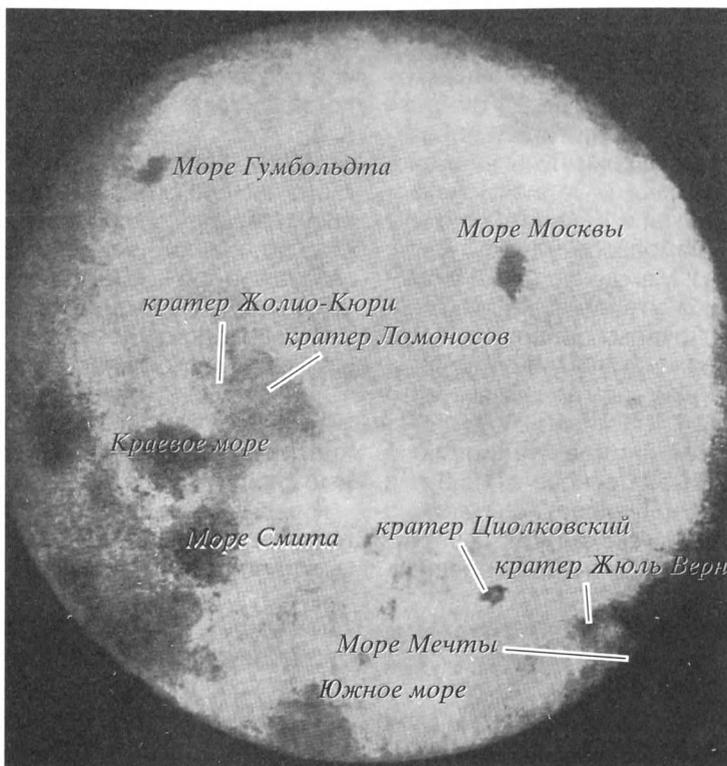
Макет АМС "Луна-3". Государственный музей истории космонавтики им. К.Э. Циолковского. Фото Л. Чиркова.

мя передачи полного кадра не превышала 15 с. Фотоаппарат с длинно- и короткофокусным объективами (фокусные

расстояния – 200 и 500 мм) проводил съемку на 35-мм пленку с автоматическим изменением экспозиции. Процесс начинался сразу после получения команды о точном наведении ФТУ на Луну. Затем пленка поступала в устройство автоматической обработки, где проводились проявка, фиксирование, сушка, перемотка на специальную кассету и подготовка к передаче изображения. Передача изображения с борта на Землю осуществлялась по линии радиосвязи, которая также служила для измерения параметров движения самой станции и передачи телеметрических данных. По этой же радиолинии шли команды управления бортовыми системами и приходили ответные команды. Для преобразования полученного на пленке изображения (негативного) в электрические сигналы использовались электронно-лучевые трубки и фотоэлектронный умножитель. Далее следо-



Траектория полета АМС "Луна-3".



Фотография обратной стороны Луны, полученная с борта "Луны-3" ("Первые фотографии обратной стороны Луны". М.: изд. АН СССР, 1959).

вали электронная развертка луча, его усиление, формирование сигнала и передача информации по радиолинии на Землю. Применение полупроводников (транзисторов) вместо ламп тогда было связано с большим риском. Эту сложную комплексную радиосистему создали в НИИ-885 под руководством Е.Я. Богуславского.

"Лунник" (тип Е-2) с ФТУ – АМС "Луна-3" (масса – 278.5 кг) – стартовала 4 октября 1959 г. с космодрома Байконур. Она вышла на высокоэллиптическую орбиту ИСЗ высотой в перигее около 40 тыс. км, высотой в апогее 480 тыс. км, наклонением 75° и периодом обращения 22 300 мин (15 сут 11 ч 40 мин). 7 октября "Луна-3" с расстояния 65 200 – 68 400 км от Луны сфотографировала за 40 мин ее обратную сторону (до Земли было около 470 тыс. км). В течение последующих 10 сут "Луна-3" передала серию фотографий на Землю. Съёмка производилась с выдержками 1/200, 1/400, 1/600 и 1/800 с.

Удалось сфотографировать почти половину поверхности Луны, охватившей 30% видимой стороны (в краевой зоне изображения) и 70% никогда ранее невидимой с Земли стороны. По мере приближения АМС к Земле контрастность принимаемых изображений увеличивалась, их качество улучшалось. В связи с ограниченными энергоресурсами АМС "Луна-3", а также по условиям приема информации с нее/сеансы связи с "Луной-3" проводились, как правило, один раз в сутки. К сожалению, фотографии получились не очень резкими (более четкие изображения этого же района Луны сделала АМС "Зонд-3" только в 1965 г.), однако на них выявлены некоторые большие образования. Оказалось, что на обратной стороне Луны преобладают горные районы, морей мало. Неконтрастное изображение объяснялось недостаточной энергетикой радиолинии. С.П. Королёв был недоволен качеством снимков. Но именно они

стали первыми и заслуженно признаны “фотографиями века”! На их основе в 1960 г. и 1967 г. в ГАИШ МГУ выпущен Атлас обратной стороны Луны. Комиссия АН СССР присвоила некоторым образованиям в этом полушарии Луны наименования: Море Москвы с Заливом Астронавтов, моря Мечты и Краевое, кратеры Циолковский, Ломоносов, Жюль Верн, Джордано Бруно. Международный астрономический союз утвердил предложенные названия лунных объектов. Все пленки с изображением лунной поверхности, полученные на приемных комплексах “Енисей-I” и “Енисей-II”, были переданы для изучения в Пулковскую обсерваторию. На их основе в 1963 г. в ГАО АН СССР (Пулково) составлена уточненная схематическая карта обратной стороны Луны (Земля и Вселенная,

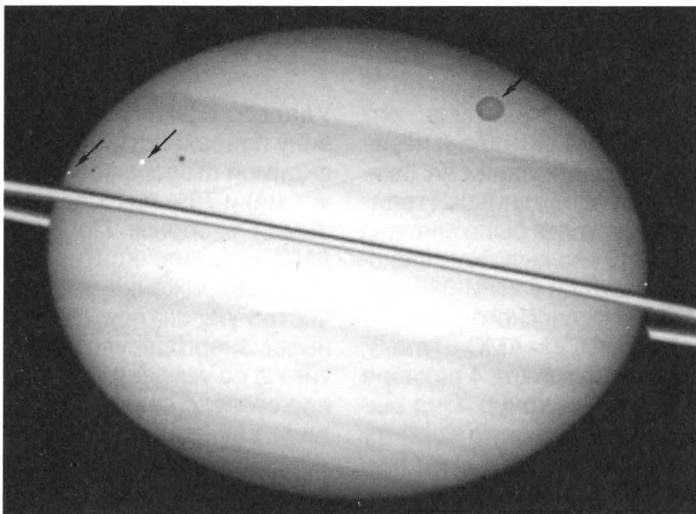
1984, № 5). В 1966–1967 гг. в нашей стране по материалам атласа и карты обратной стороны Луны опубликована первая полная карта Луны и создан лунный глобус.

“Луна-3” во время полета по высокоэллиптической околоземной орбите впервые измерила скорость и уточнила состав солнечного ветра, определила, что газовая оболочка Земли простирается до 20 тыс. км от Земли, а внешний радиационный пояс – до 57 тыс. км. Связь со станцией поддерживалась до 18 октября 1959 г. “Луна-3” совершила 11 оборотов вокруг Земли. 20 апреля 1960 г. она прекратила существование, войдя в плотные слои атмосферы Земли.

Впереди были новые полеты к Луне советских и американских автоматических межпланетных станций.

## Информация

### Спутники Сатурна на фоне планеты



Сатурн со спутниками Энцеладом, Дионой и Титаном (указаны стрелками). Маленький спутник Мимас касается диска Сатурна вблизи плоскости колец (справа у края планеты). Снимок получен 24 февраля 2009 г. КТХ. NASA.

Необычное изображение четырех спутников на фоне Сатурна получил 24 февраля 2009 г. КТХ. На снимке

видны Энцелад, Диона, их тени, Титан и Мимас (тени Титана и Мимаса ушли за край диска планеты).

*Пресс-релиз NASA,  
19 марта 2009 г.*

## Аэрокосмическое образование детей и молодежи

Г. А. ПОЛТАВЕЦ,  
доктор технических наук

1 мая 2009 г. исполнилось 70 лет доктору технических наук, профессору Геннадию Афанасьевичу Полтавцу – известному отечественному специалисту в области космонавтики, члену редколлегии журнала “Земля и Вселенная”. Ему принадлежат значительные достижения в области моделирования и практического применения системного подхода к сложным объектам аэрокосмической техники и педагогики. Он лауреат государственной премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2000).

В 1963–1968 гг. Полтавец разработал два раздела первого тома эскизного проекта разведывательного комплекса на базе долговременной орбитальной станции “Алмаз” (ОКБ-52; главный конструктор – академик В.Н. Челомей), а также

обосновал требования к транспортным кораблям “Союз” и “Прогресс” (ОКБ-1; главный конструктор – академик

С.П. Королёв). Г.А. Полтавец участвовал со стороны заказчика в разработке эскизного проекта системы “Энергия” –





Трофеи юбиляра, завоеванные на международных соревнованиях 2008 г., и Кубок России 2003 г. (второй справа).

**“Буран”, защитил в 1975 г. на этой основе докторскую диссертацию.**

**Г.А. Полтавец успешно совмещает свою научную деятельность с педагогической. С 1984 г. и по настоящее время он работает профессором Аэрокосмического факультета МАИ.**

**Он много занимается профориентационной работой среди детей и молодежи, будучи членом Президиума Федерации ракетомодельного спорта России и заместителем председателя правления ВАКО “Союз”.**

**Автор статьи – действующий мастер спорта. Так, за 2008 г. на международных соревнованиях по ракетомодельному спорту он завоевал четыре золотые, одну серебряную и одну бронзовую медали. Это позво-**

**лило ему занять в итоговом зачете Кубка Мира пятое место в классе моделей S6A и шестое место – в классе S4A.**

**Редколлегия и редакция нашего журнала сердечно поздравляют Геннадия Афанасьевича с юбилеем, желают ему доброго здоровья и дальнейших успехов в науке и спорте!**

ДЕТИ – НАШЕ БУДУЩЕЕ

Почему мне так дорога работа с детьми? Я поступил в Московский авиационный институт (МАИ) им. Серго Орджоникидзе в год запуска первого советского ИСЗ после занятий в авиамодельном кружке Бурлинского районного дома пионеров (Западно-Казахстанская область). В кружок пришел пятиклассником 18 октября

1950 г. С благодарностью вспоминаю нашего руководителя. Организовал кружок летчик-фронтовик А.С. Пелипец, который громил фашистов на штурмовике Ил-2. Поселок Бурлин расположен в 100 км от областного Уральска и в 40 км от железной дороги. Тем не менее из нашей школы вышло более трех десятков летчиков, авиационных инженеров, конструкторов, ученых. Ученики Александра Семеновича завершали образование в МАИ, КуАИ, УФАИ, ВВИА им. Н.Е. Жуковского, Академии ВВС им. Ю.А. Гагарина, в других авиационных вузах и училищах. Все мы выбрали путь в небо благодаря бескорыстному энтузиазму нашего учителя. Продолжая его святое дело, в меру своих сил и возможностей я стараюсь помочь ребятам, прежде всего из глубинки, найти себя. Эстафету приняла моя ученица В.А. Крылова, представляющая “третье поколение” педагогов дополнительного образования. Сейчас она руководит ракетомодельным объединением в Московском городском дворце детского и юношеского творчества (МГДДиЮТ).

Научно-техническое творчество играет важную роль в обучении и воспитании подрастающего поколения. Выделим среди множества его направлений аэрокосмическое образование (АКО) детей и молодежи, фундаментом которого служит космонавтика. Ее рождением ознаменовалась вторая половина

Студентка МАИ Вера Крылова с изготовленной ею моделью зенитной ракеты "Найк Геркулесе" на чемпионате России по ракетомодельному спорту. Она выиграла серебряную медаль и выполнила норматив мастера спорта (тренер – заслуженный мастер спорта и заслуженный тренер России В.И. Минаков). Орёл, 2002 г.

XX в. Она открыла массу возможностей, в том числе и в сфере образования. Так что же дала нам космонавтика уже на первом этапе своего развития? Что можно использовать в работе с детьми?

Прежде всего, конечно, новые знания. Из истории цивилизаций известно, что человек вначале научился "работать с массой" предметов и веществ. Освоив простейшие виды природной энергии, он стал использовать паруса, ветряные и водяные мельницы, затем изобрел химические двигатели и построил атомные электростанции. Третья категория материи, освоенная человеком, – информация.

Технологической информатизации менее 200 лет, например телеграф Морзе появился в 1837 г. Далее последовали телефон, радио, телевидение, ЭВМ. Космические аппараты существенно расширили возможности этих средств добычи и передачи информации. Следует обратить особое внимание на то, что в наше время информация – ценность высшего порядка, частица общественного богатства. Не зря говорят: кто владеет



информацией, тот правит миром.

Большинство космических систем решает задачи информатизации. Они обрушили на человека водопад оригинальных знаний о Вселенной и Земле. Спутники "добывают" столько новой информации, изменившей и существенно ускорившей ритм жизни на Земле, что порой ее не успевают обработать и даже осмыслить. Начиная с войны во Вьетнаме армии стали в боевых действиях применять

космические средства разведки, связи, метеонаблюдения, океанологии, геодезии, топографии, навигации, управления, наведения и другие.

Появление космонавтики привело к резкому повышению требований при обучении специалистов многих профессий. Но качественно подготовить их можно, лишь начав со "школьной скамьи". Если не будут срочно приняты действенные меры, то через 5–10 лет научно-технический опыт, накопленный за многие десятилет-



Структура и основные составляющие аэрокосмического образования.

тия специалистами ракетно-космической отрасли будет, к сожалению, безвозвратно утерян. Поэтому

так важна ранняя ориентация молодежи на аэрокосмическое образование. Даже в детских са-

дах Красноярска и Калуги мне доводилось проводить серии космических уроков. При этом следует

уберечь педагогов системы АКО от распространенной ошибки, когда всю изучаемую космонавтику сводят лишь к ракетам-носителям (РН) и космическим аппаратам (КА). Разъяснению различных граней АКО, раскрытию его сути и посвящена статья, адресованная педагогам, и учащимся.

#### ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Для оценки роли и места АКО в системе образования рассмотрим его задачи. Основные задачи любой образовательной системы, традиционно решаемые в школах и вузах при работе с детьми и молодежью, можно объединить в следующие пять групп:

- обучение,
- формирование научного мировоззрения и развитие личности,
- воспитание,
- профессиональная ориентация и активная подготовка к трудовой деятельности,
- подготовка к взрослой жизни.

Выделим наиболее подходящие задачи для решения в системе АКО средствами космической педагогики. Это, в первую очередь, профессиональная ориентация и практическая подготовка к будущим этапам жизни. Уделяя им больше внимания, мы заполняем существующий “вакуум” в системе общего образования. Однако при этом задачи должны решаться в активной фор-

ме и обязательно в совокупности со школьным обучением и воспитанием.

Обычно основное время в школе тратится на освоение утвержденной учебной программы. Выясняется, что такая односторонность образования отрицательно сказывается на уровне классности будущего специалиста. Часто основным показателем результативности работы школы считают способность абитуриентов сдать ЕГЭ. Но этого не достаточно. Готовясь в технический институт, школьник должен научиться работать над собой, дружить с науками и техникой, развивать в себе стремление к постоянной познавательной деятельности, вырабатывать стойкий интерес к обучению.

Конечно, стандартизация образования обеспечивает простоту преподавания, четкость, конкретность, ясность. Но такая узость убивает гармоничное начало, готовит специалиста-робота, полезного серийному производству – и не более. В результате появляются хорошие профессионалы, но лишенные широты мышления. Поэтому задачи АКО сводятся к опережающему восприятию с ранних лет космического мышления и сознания. Оно должно быть направлено на устойчивое развитие нашей цивилизации и уменьшение энтропии во Вселенной.

Педагогам давно известен прекрасный лозунг “Ученье с увлечением!”. Его реализация более всего доступна специализированным видам дополни-

тельного образования. Таким, безусловно, является АКО. Ключ к высокой индивидуальной мотивации ученика – интеллектуальная ранняя специализация за пределами обязательной школьной программы, построенная на интересном сложном и обязательно конкретном объекте. Если таким фундаментом выбрать космонавтику, то мы приходим к АКО. Итак, аэрокосмическое образование представляет собой часть системы дополнительного образования детей, основным назначением которой будет создание для ребенка естественной среды, обеспечивающей ему счастливое детство. Исходя из этого, можно вкратце сформулировать три основные цели и ряд задач аэрокосмического образования.

1. Включение детей в непрерывную систему АКО:

- а) развитие мотивации,
- б) профессиональная ориентация,

- в) подготовка к поступлению и обучению в вузе,
- г) практическая деятельность (участие в конференциях, соревнованиях, олимпиадах).

2. Формирование научного мировоззрения и космического мышления:

- а) системный подход,
- б) космизм – философия макросистем,
- в) физика микросистем,
- г) специфика живых систем,
- д) информатиология,
- е) учение о ноосфере,
- ж) космология и рождение Вселенной.

3. Обучение основам космонавтики:

а) объекты и предметы космонавтики,

б) астрономия – фундамент космонавтики,

в) история космонавтики и ее достижения,

г) устройство ракетно-космической техники (РКТ),

д) механика космических полетов,

е) проектирование и конструирование РКТ,

ж) применение космических систем,

з) перспективы развития космонавтики.

## СОДЕРЖАНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Преодоление космического рубежа заметно ускорило движение человечества по маршруту “масса–энергия–информация”. Однако большинство людей еще не осознали, что началась эра информатизации. Примеров этому множество. Так, даже с телевизионных экранов миллионы зрителей слышат безграмотные сочетания слов. Например, “биоэнергетика”, “положительная и отрицательная энергия”, при сеансе гипноза “он накачал свою энергию” и т.п. В книгах о здоровье встречаются “открытия” типа “вкус и эмоции представляют собой тождественные энергии”. И тут же из разъяснений становится очевидным, что речь идет об обмене информацией, но никак не энергией.

Бесспорно, космонавтика находится на передовом рубеже науки и техники, уже поэтому она привлекательна для любознательной молодежи. В

советское время наше поколение увлекалось ею так же, как в 1930–1940-е годы мальчишки грезил авиацией. Сейчас произошел спад интереса. Вакuum начали заполнять, зарабатывая большие деньги на темноте масс, экстрасенсы, гуру, медиумы, гадалки и прочие шарлатаны. Особенно заметным это стало после того, как исключили из школьных планов астрономию.

Космонавтика – важнейший раздел современного научно-технического направления цивилизации. Знания, накопленные в процессе исследования и освоения космоса, – важная часть национальной и мировой культуры, их сохранение и развитие стало сегодня одной из самых насущных задач.

Как уникальная сфера человеческой деятельности космонавтика впитала в себя наивысшие достижения практически всех фундаментальных и прикладных наук. Она инициирует широчайший круг исследований и разработок, активно стимулируя научно-технический прогресс. В передовых странах появилась и интенсивно развивается ракетно-космическая отрасль промышленности.

Некоторые люди называют космонавтику наукой по аналогии с математикой, кибернетикой и т.п. Другие говорят, что это раздел техники. Чем же в действительности является космонавтика?

**Космонавтика представляет собой совокупность областей науки и**

**отраслей промышленности**, обеспечивающих создание и эксплуатацию средств ракетно-космической техники (РКТ); исследование с помощью космических аппаратов астрономических объектов; изучение технологических процессов, биологических и иных объектов в условиях полета; решение с помощью космических систем прикладных задач оборонного (военного) и народнохозяйственного (коммерческого) назначения; использование результатов, полученных с применением космических аппаратов и систем в различных целях.

Из этого следует, что содержание АКО включает солидный перечень объектов космонавтики (создающие, создаваемые и наблюдаемые), которые объединим в пять групп. Педагогам АКО и нашим юным последователям, собирающимся серьезно заниматься космонавтикой, важно узнать, с каких точек зрения (предметных сторон) рассматриваются эти объекты. Применительно к конкретным объектам космонавтики обычно выбираются следующие изучаемые предметы.

**1. Предприятия отрасли и потенциальные потребители достижений космонавтики** (активные человеко-машинные системы):

а) планирование больших организационно-технических систем;

б) сферы и эффективность применения достижений;

в) политические, военные, социальные и экономические аспекты;

г) исследование гипотетических направлений науки (информация и информационные поля, четвертое измерение во Вселенной, законы и свойства времени, внеземной разум и инопланетные цивилизации, тайна зарождения и природа жизни, многие другие пока фантастические идеи);

д) космическая педагогика и аэрокосмическое образование;

е) поиск иных способов передвижения в космическом пространстве, помимо ракетного;

ж) космические философия и право;

з) история цивилизации и музейное дело;

и) моделирование и программирование;

к) литература, журналистика, искусство и т.д.

**2. Средства ракетно-космической техники** (создаваемые большие пассивные технические системы):

а) назначение, цели и решаемые задачи;

б) способы применения космических систем;

в) баллистика и динамика полета (теория движения ракет и КА);

г) устройство (конструкция, материалы и т.п.) и технологии изготовления РН, КА и элементов наземных комплексов (стартового, командно-измерительного, поисково-спасательного, информационно-целевого);

д) системный анализ и оптимизация средств ракетно-космической техники;

е) история, прогноз, перспективы развития и многое другое.

**3. Астрономические объекты** (наблюдаемые):

а) изучение этих объектов с целью добычи новых знаний о них и открытия законов мироздания;

б) исследование среды, формирующей физические условия полета КА и учитываемой при проектировании космических систем;

в) поиск признаков жизни и внеземных цивилизаций.

**4. Исследуемые в полете объекты** (наблюдаемые):

а) оценка влияния на них космических условий;

б) изменения свойств;

в) создание новых веществ и материалов;

г) разработка лекарств и т.п.

**5. Изучаемые наземные объекты** (наблюдаемые):

а) геология,

б) океанография,

в) метеорология,

г) экология и т.п.

Даже этот краткий перечень целей и задач, объектов и предметов АКО указывает на то, какие существуют богатые возможности по удовлетворению интересов юных исследователей и конструкторов, поэтов и математиков, программистов и художников.

**ФОРМЫ И МЕТОДЫ АКО**

Мы затрагиваем всего лишь одну из сторон космонавтики. Речь идет о первом этапе непрерывной системы аэрокосмического образования детей и молодежи. Ступень между средней школой и институтом должна быть не барьер-

ром для талантливых ребят, а мостиком в будущее. Определив содержание АКО, необходимо выявить формы и методы. Клубы юных космонавтов возникли после запуска первых спутников и полета Ю.А. Гагарина. Центрами начального космического образования стали внешкольные учреждения (Дома и Дворцы пионеров, клубы и станции юных техников), а также школьные кружки.

По первой программе Всесоюзного радио многие годы шла передача для школьников "На космической орбите". Вел ее президент Федерации космонавтики СССР дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт Н.Н. Рукавишников. Он вместе с автором статьи проводил конкурсы очно-заочной школы "Юный космонавт". Первый такой конкурс состоялся в 1987 г. и был посвящен 30-летию запуска Первого спутника (Земля и Вселенная, 1988, № 2).

К концу 1980-х гг. уже существовала система работы со школьниками, использовавшая аналогичные программы работы с юными математиками, физиками, биологами и включающая следующие звенья:

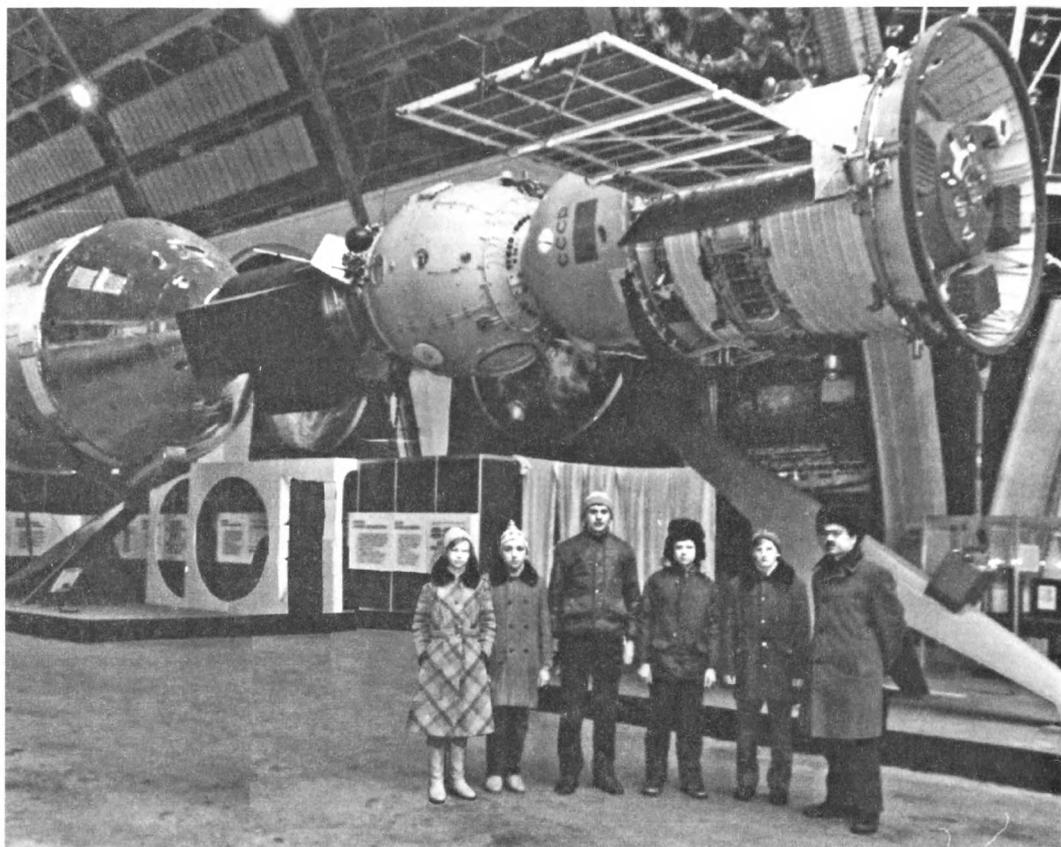
– кружки и клубы астрономии и космонавтики;

– аэрокосмические школы (классы), лицеи и гимназии;

– молодежные космические центры и студенческие КБ при вузах;

– специализированные летние лагеря и школы;

– олимпиады, конкурсы, слеты и т.п.



*Победители проведенного Федерацией космонавтики СССР и Первым радиоканалом Всесоюзного конкурса "30 лет Первому спутнику" в павильоне "Космос" на ВДНХ у полномасштабных макетов состыкованных кораблей "Союз" и "Аполлон". Слева направо: Лена Евдокимова (Малаховка, Московская обл.), Петя Рыбочкин (Москва, школа № 994), Андрей Соколов (Калуга, школа № 50), Саша Воронин (Химки, Московская обл.), Володя Садков (Москва, школа № 267), член жюри профессор Г.А. Полтавец. 1987 г.*

Структура, обеспечивающая воспитание творческой личности, должна включать возможность знакомства с различными видами деятельности, систему обучения, творческий коллектив и круг потенциальных потребителей юных талантов. Сегодня среди эффективных форм образовательно-досуговой деятельности традиционными являются:

- заочные и очные курсы, викторины с использованием возможностей телевидения, научно-

популярных и иных журналов и газет;

- тематические вечера и праздники космического содержания;

- знакомство с аэрокосмическими вузами;

- посещение планетариев, лекции и беседы о достижениях астрономии и космонавтики;

- диспуты по проблемам астрономии и о космическом будущем нашей цивилизации, о путях совершенствования РКТ;

- экскурсии в космические музеи и в мемориаль-

ные места, связанные с освоением космоса;

- туристско-исследовательские экспедиции и поездки на космодромы и заводы, в Центр подготовки космонавтов и Центр управления полетами, в КБ и НИИ.

Многочисленные формы и методы космической педагогики применяются для достижения разных целей.

Во-первых, особое место в АКО занимает пропаганда достижений космонавтики среди широких



Старт модели "Эйфелева башня". На первом плане ее автор Владислав Дроздов, ставший в 2008 г. лауреатом финала Всероссийского конкурса школьников "Космос-35" (класс моделей-шоу). Модель изготовлена в Детском аэрокосмическом клубе "Союз" (Центр детского творчества "Юный техник", Южный округ Москвы; тренер – мастер спорта международного класса В.Н. Хохлов). 2008 г.

слоев населения, основанная на использовании телевизионных и радиопрограмм, специализированных и популярных периодических изданий, научно-популярных кино- и видеофильмов, компьютерных

компакт-дисков и других общедоступных средств и носителей информации. Космическое образование, адресованное дошкольникам, призвано сформировать у них первые представления об окружаю-

щем мире. Здесь космические знания не столько цель, сколько средство развития творческого воображения, расширения кругозора, развития любознательности. Массовые формы пропаганды знаний

среди учащихся являются фактически начальным этапом космического образования. Хорошо бы возродить (например, на телевизионных каналах “Звезда” или “Культура”, в учебных радиопрограммах) космические уроки для школьников, которые в свое время регулярно проводили космонавты Н.Н. Рукавишников и В.И. Севастьянов.

Во-вторых, требуется глубокая профориентационная работа в научно-техническом направлении. Можно сказать о некоторых мероприятиях, в которых автор с удовольствием участвовал. Это ежегодный Всесоюзный (теперь Всероссийский) конкурс “Космос”, прошедший 35-й раз в 2008 г.

Пятнадцатилетний стаж имеет организованный педагогами МГТУ конкурс “Шаг в будущее”. Вспомним ежегодные чтения-конкурс памяти С.А. Каплана, проводимые в Нижнем Новгороде, технические олимпиады и конкурсы. К сожалению, существенно сократилось число аэрокосмических школ и лагерей, проводившихся в каникулы на уровне регионов и страны в целом.

В-третьих, следует расширить возможности технических видов спорта, прежде всего упомяну мой родной ракетомодельный спорт. Среди юношей и девушек ежегодно проводятся крупнейшие всероссийские соревнования по ракетомодельному спорту: Кубок им. С.П. Королёва (Мещерино, Московская обл.; апрель); первенство

среди учащихся (Армавир и Калуга; июнь); первенство страны среди юношей (Орёл; июль); международные соревнования на Кубок Байконура среди юношей (сентябрь) и многие региональные мероприятия.

В-четвертых, необходимо в школьные уроки вводить элементы АКО. И такие эксперименты уже идут. В настоящее время в учебный процесс учреждений образования внедряются новые технологии космической педагогики. Тематика охватывает три направления: прием и обработка изображений Земли в режиме реального времени; использование информации навигационных спутников системы ГЛОНАСС/GPS; исследования по использованию спутниковых солнечных батарей на Земле.

Для апробации космической педагогики решением Федерального агентства по образованию создан научно-координационный совет под руководством заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, профессора М.А. Шахраманьяна. Автор – член этого совета. Школьники нескольких регионов (Москвы, Калужская и Рязанская области, республики Дагестан и Татарстан) на уроках географии, информатики, физики, экологии используют спутниковые изображения Земли. Для этого было разработано специальное программное обеспечение и изготовлены приборы “Космос-2М”, позволяющие принимать и исполь-

зовать информацию в реальном времени. Космическая педагогика позволит заменить старую многовековую формулу “учитель говорит – ученик записывает” новой – “ученик совместно с учителем добывает знания”.

В-пятых, абитуриенты должны быть подготовлены для успешной учебы в техническом вузе. Этой работой планомерно занимаются многие вузы, например МГТУ и МАИ. Очень важно, чтобы со школьниками среднего и старшего возраста, а также со студентами занимались специалисты – сотрудники вузов, конструкторских бюро, НИИ, предприятий. Занятия групп дополнительного образования в этом случае могут быть организованы на основном рабочем месте приглашенного специалиста.

Структуры, обеспечивающие самостоятельный труд учащихся, можно рассматривать как нижнюю ступень “педагогической лестницы”, к которой ведут все остальные ступени учебно-воспитательного процесса. При наличии достаточно сложного труда с практическим выходом резко возрастают требования к качеству учебной работы. Обеспечение необходимого уровня подготовки школьников возможно только при взаимодействии с вузами, где ребята продолжают учебу, и с организациями, где они впоследствии будут трудиться. Придется вести долговую кропотливую работу по налаживанию прямых связей между детски-



*Урок экологии в школе № 1198 г. Москвы. Учащиеся 11-го класса со своей учительницей И.В. Чараевой на основе спутниковой информации, получаемой с использованием специального программного обеспечения и прибора "Космос-2М", составляют прогноз лавиноопасности склонов Западного и Восточного Кавказа. Слева направо: Александр Андрусенко, И.В. Чараева, Михаил Щебетовский, Владимир Ребцов. 2008 г.*

ми, студенческими и производственными коллективами. Особое внимание следует уделить привлечению студентов к работе со старшеклассниками. Многолетняя практика работы аэрокосмических школ, клубов, центров и кружков при вузах показала, что контакты преподавателей вузов и современных студентов с завтрашними абитуриентами лучше всего способствуют социализации школьников, их подготовке к учебе в избранном учебном заведении. Богатый опыт накоп-

лен в Молодежном космическом центре МГТУ им. Н.Э. Баумана, научным руководителем которого является доктор технических наук В.И. Майорова. Здесь работа по АКО ведется со школьниками, студентами и аспирантами. Они участвовали в создании спутника "Бауманец". А первые в мире студенческие спутники "Радио" и "Искра" были созданы в МАИ под руководством доктора технических наук, профессора, Героя Социалистического Труда М.К. Тихонравова.

Сейчас эту работу с "маёвцами" ведет доктор технических наук, профессор Г.В. Малышев.

Для учреждений АКО тоже нужны кадры, поэтому было бы полезно организовать педагогическую кафедру в техническом вузе.

Многоплановость космонавтики, техническая сложность ее объектов, высокий целевой потенциал позволяют творчески мыслящему ребенку и молодому человеку найти интересное поле деятельности. Однако им нужна



*Комплексные испытания в "НПО Машиностроения" микроспутника "Бауманец" перед отправкой на Байконур. Слева направо: аспирант Анатолий Копик, научный руководитель Молодежного космического центра МГТУ им. Н.Э. Баумана В.И. Майорова, аспирант Станислав Карпенко, студентка Елена Фомченкова. 2006 г.*

помощь в этом вопросе. Здесь проявляется важная связующая роль аэрокосмического образования. С одной стороны, это инструмент и способ обучения и воспитания, с другой – важное начальное звено в системе непрерывного образования, поставщик высококвалифицированных кадров для ракетно-космической отрасли. Этим и определяется место АКО в инфраструктуре космонавтики. Новое осмысление здесь можно получить, используя методы системного анализа и синергетики.

Огромную работу по аэрокосмическому образованию проводят общественные организации. Особо следует отметить ВАКО "Союз" (президент – летчик-космонавт СССР Герой Советского Союза А.А. Серебров), созданное в 1988 г. (Земля и Вселен-

ная, 2009, № 2). Значительное внимание воспитанию смены уделяют Федерация космонавтики России и Академия космонавтики им. К.Э. Циолковского. Автор – участник и энтузиаст работы ВАКО и Академии. В ней активно работает отделение "Философско-гуманитарные проблемы и история космонавтики", а также отделение "Космическое образование" под руководством члена-корреспондента РАН О.М. Алифанова. Действительные члены и члены-корреспонденты Академии космонавтики по мере возможности ведут работу со школьниками и студентами.

В подборе и обучении одаренных детей активно участвуют Федерация ракетомодельного спорта России и Федеральный центр технического творчества учащихся Мини-

стерства образования и науки РФ. Лозунг "Кадры решают все!" сегодня стал еще актуальнее, чем раньше. Качество выпускников вузов напрямую зависит от контингента принятых абитуриентов. Весьма желательного, чтобы в их рядах были не только подготовленные репетиторами к ЕГЭ добросовестные начетчики, но также талантливые юноши и девушки. Поэтому актуальна проблема организации довузовского воспитания творческих навыков и аэрокосмического образования детей и молодежи. Технические вузы в первую очередь заинтересованы в поиске, отборе и подготовке перспективных ребят. Их следует искать среди тех, кто стал лауреатом тематических всероссийских конкурсов и олимпиад, среди победителей и призеров всероссийских соревнований по ракетомодельному и другим техническим видам спорта. Основу абитуриентов составят те, кто прошел обучение в системе аэрокосмического образования. В их руках будущее космонавтики.

## НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: сентябрь–октябрь 2009 г.

Таблица 1

### ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
<b>СЕНТЯБРЬ</b>		
2	19	Луна проходит в $3^\circ$ севернее Юпитера
4	16	<b>Полнолуние</b>
6	17	Меркурий переходит от прямого движения к попятному
10	17	<i>Покрытие Плеяд Луной, видимое в России</i>
12	2	<b>Последняя четверть</b>
13	16	<i>Покрытие Марса Луной, видимое в России</i>
16	7	Луна в перигее
16	16	Луна в $3^\circ$ южнее Венеры
17	9	Уран в противостоянии с Солнцем
17	18	Сатурн в соединении с Солнцем
18	18	<b>Новолуние</b>
20	10	Меркурий в верхнем соединении
20	12	Венера проходит в $0.5^\circ$ севернее Регула
22	10	Меркурий проходит в $4^\circ$ южнее Сатурна
22	21	<b>Осеннее равноденствие</b>
26	4	<b>Первая четверть</b>
28	3	Луна в апогее
29	22	Луна проходит в $3^\circ$ севернее Юпитера
<b>ОКТАБРЬ</b>		
4	6	<b>Полнолуние</b>
6	3	Меркурий в наибольшей западной элонгации ( $18^\circ$ )
7	23	<i>Покрытие Плеяд Луной, видимое в России</i>
8	6	Меркурий проходит в $0.3^\circ$ южнее Сатурна
8	17	Максимум метеорного потока Дракониды
11	8	<b>Последняя четверть</b>
12	1	<i>Покрытие Марса Луной, невидимое в России</i>
13	8	Юпитер переходит от попятного движения к прямому
13	11	Венера проходит в $0.5^\circ$ южнее Сатурна
13	12	Луна в перигее

## ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
18	5	<b>Новолуние</b>
21		Максимум метеорного потока Ориониды
25	22	Луна в апогее
26	00	<b>Первая четверть</b>
27	6	Луна проходит в 3° севернее Юпитера

Примечание. Во всех таблицах и тексте дано Всемирное время (UT), кроме особо оговоренных случаев.

Таблица II

## ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА

Дата	$\alpha$		$\delta$		45°		55°		65°	
	ч	мин	°	'	восход	заход	восход	заход	восход	заход
Сентябрь 1	10	41	+08	21	05.23	18.42	05.07	18.57	04.40	19.25
11	11	17	+04	38	05.35	18.23	05.26	18.32	05.10	18.47
21	11	53	+00	47	05.47	18.04	05.44	18.06	05.40	18.10
Октябрь 1	12	29	-03	06	05.59	17.45	06.03	17.40	06:10	17.33
11	13	05	-06	56	06.11	17.26	06.22	17.15	06.41	16.57
21	13	42	-10	37	06.24	17.09	06.42	16.51	07.13	16.21
31	14	21	-14	02	06.38	16.53	07.02	16.29	07.46	15.46

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

**Пример.** Определить время восхода Солнца 1 сентября 2009 г. в Москве (широта 55°45', долгота 2°30<sup>м</sup>). Пользуясь таблицей II, интерполируем по широте значение времени восхода Солнца на 1 сентября, получаем 5°05<sup>м</sup>. Вычтем из него долготу места, прибавим номер часового пояса, один час для учета декретного времени и один час для учета летнего времени, получаем 6°35<sup>м</sup>. Переход с летнего на зимнее время осуществляется в ночь с 24 на 25 октября.

Таблица III

## ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	$\alpha$		$\delta$		m	d	f	Продолжительность видимости для разных широт			Период	
	ч	мин	°	'				45°	55°	65°		
<b>Меркурий</b>												
Сентябрь 1	12	10.7	-04	46	0.4	8.2	0.40	-	-	-		
11	12	12.8	-05	59	1.7	9.8	0.16	-	-	-		
21	11	43.9	-01	21	5.6	10.2	0.01	-	-	-		
Октябрь 01	11	29.8	+03	36	0.4	8.1	0.28	0.7	0.5	-	Утро	
11	12	06.9	+01	20	-0.9	6.1	0.72	1.1	1.2	1.2	Утро	
21	13	06.4	-05	12	-1.1	5.1	0.94	-	-	-		
31	14	08.7	-12	09	-1.3	4.7	1.00	-	-	-		

## ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

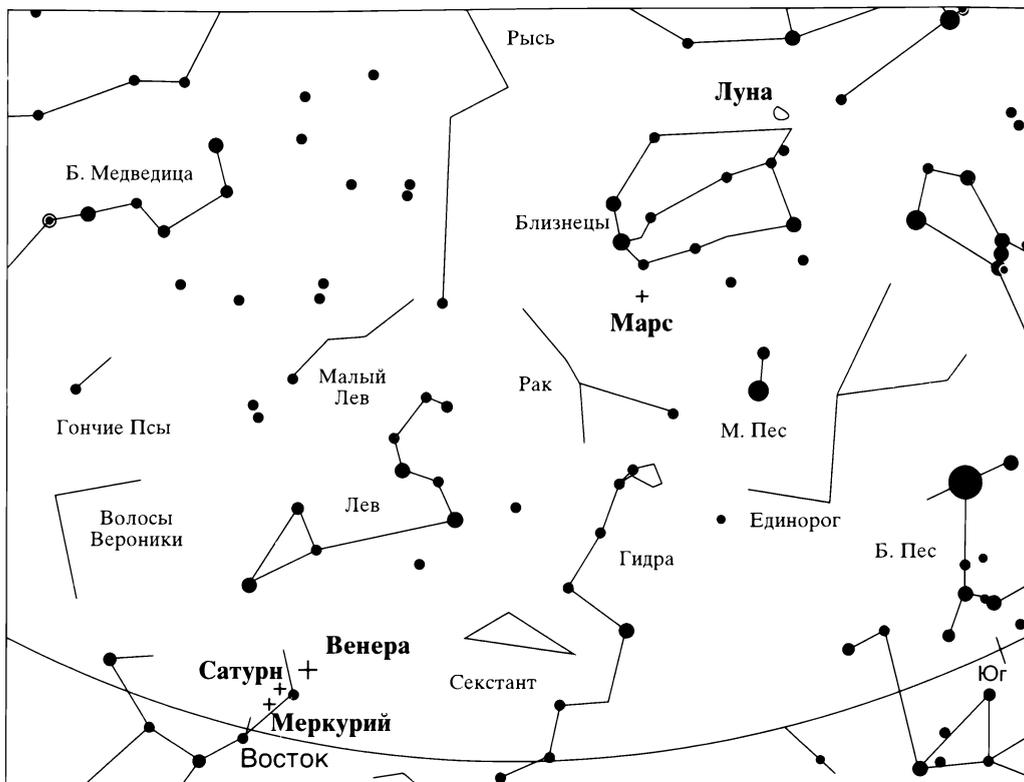
Дата	$\alpha$		$\delta$		m	d	f	Продолжительность видимости для разных широт			Период	
	ч	мин	°	'				45°	55°	65°		
<b>Венера</b>												
Сентябрь	1	08	34.4	+18	45	-3.9	12.7	0.83	3.0	3.4	4.2	Утро
	11	09	23.4	+15	51	-3.9	12.1	0.86	2.8	3.2	3.9	Утро
	21	10	11.2	+12	12	-3.9	11.7	0.88	2.6	2.9	3.6	Утро
Октябрь	01	10	57.9	+07	58	-3.9	11.3	0.90	2.4	2.7	3.2	Утро
	11	11	43.9	+03	20	-3.9	11.0	0.92	2.1	2.4	2.9	Утро
	21	12	29.5	-01	31	-3.9	10.7	0.94	1.9	2.1	2.6	Утро
	31	13	15.6	-06	22	-3.9	10.5	0.95	1.6	1.9	2.2	Утро
<b>Марс</b>												
Сентябрь	1	06	16.7	+23	34	1.0	5.8	0.90	5.1	5.6	6.3	Утро
	11	06	43.5	+23	26	0.9	6.1	0.89	5.6	6.1	7.4	Утро
	21	07	09.3	+23	03	0.9	6.3	0.89	6.0	6.7	8.3	Утро
Октябрь	01	07	33.8	+22	28	0.8	6.6	0.89	6.4	7.2	8.9	Утро
	11	07	56.9	+21	44	0.7	7.0	0.88	6.9	7.7	9.5	Утро
	21	08	18.2	+20	54	0.6	7.4	0.88	7.3	8.3	10.1	Утро
	31	08	37.7	+20	03	0.5	7.9	0.89	7.8	8.8	10.7	Утро
<b>Юпитер</b>												
Сентябрь	1	21	30.1	-15	56	-2.7	48.4	1.00	9.1	8.2	6.5	Ночь
	11	21	25.8	-16	17	-2.6	47.7	1.00	8.7	7.9	6.4	Ночь
	21	21	22.5	-16	32	-2.6	46.7	1.00	8.3	7.7	6.3	Ночь
Октябрь	01	21	20.2	-16	41	-2.5	45.5	0.99	7.9	7.4	6.2	Вечер
	11	21	19.3	-16	45	-2.4	44.2	0.99	7.6	7.1	6.1	Вечер
	21	21	19.6	-16	42	-2.4	42.8	0.99	7.2	6.9	6.0	Вечер
	31	21	21.3	-16	33	-2.3	41.5	0.99	6.9	6.7	6.0	Вечер
<b>Сатурн</b>												
Сентябрь	1	11	36.6	+04	40	1.1	16.0	1.00	-	-	-	
	11	11	41.1	+04	11	1.1	16.0	1.00	-	-	-	
	21	11	45.7	+03	42	1.1	16.0	1.00	-	-	-	
Октябрь	01	11	50.3	+03	13	1.1	16.0	1.00	-	-	-	
	11	11	54.8	+02	45	1.1	16.1	1.00	1.0	1.1	1.1	Утро
	21	11	59.1	+02	18	1.1	16.2	1.00	1.9	2.1	2.4	Утро
	31	12	03.3	+01	53	1.1	16.3	1.00	2.8	3.1	3.5	Утро

Примечание. Координаты даны на момент 0<sup>ч</sup> по Всемирному времени.

## ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Хотя в течение первой декады сентября **Меркурий** находится на относительно большом угловом расстоянии к востоку от Солнца, условия его вечерней видимости в Северном полушарии

будут крайне неблагоприятными. Но уже в последние дни сентября эта ближайшая к Солнцу планета появится невысоко над восточным горизонтом на фоне утренней зари, стремительно увеличивая свой блеск: за две недели она станет ярче на две звездные величины, то



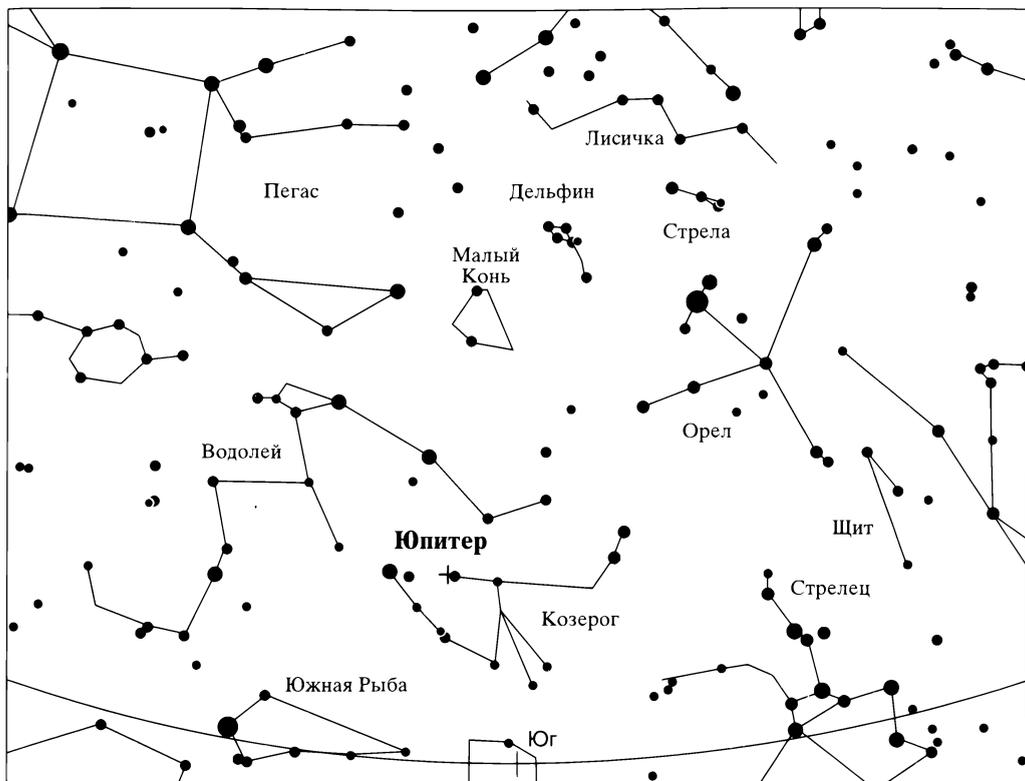
Вид юго-восточной части звездного неба в Москве 10 октября 2009 г. в 6<sup>h</sup>30<sup>m</sup> по московскому времени. Отмечено положение Луны, Меркурия, Венеры, Марса и Сатурна.

есть более чем в шесть раз. Рядом с Меркурием будут находиться еще две планеты. Если Сатурн уступает ему в яркости и заметить его в сумерки будет не просто, то Венера послужит хорошим ориентиром при поиске Меркурия. В конце первой декады октября минимальное угловое расстояние между планетами составит примерно 6°. Телескопические наблюдения будут затруднены малым угловым диаметром и низкой высотой планеты над горизонтом.

Продолжается период утренней видимости **Венеры**. Ее можно увидеть невооруженным глазом утром, даже когда звезды уже растворятся на светящем фоне неба. В сентябре она будет восходить над восточным горизонтом еще до начала утренних сумерек. 3 сентября планета сблизится менее чем до 4' со

звездой  $\delta$  Рака (3.9<sup>m</sup>), а 10 сентября перейдет в созвездие Льва, где 20 сентября сблизится с Регулom, превосходя его в яркости более чем в сто раз. Условия видимости ухудшаются, по мере того как планета на небесной сфере приближается к Солнцу. 9 октября она переходит в созвездие Девы, в котором в это время находятся Меркурий, Сатурн и Солнце. До конца месяца Венера заметна на фоне утренней зари. В телескоп можно будет увидеть небольшой диск планеты с едва заметным ущербом – фазой.

Постепенно улучшаются условия видимости **Марса**. Он виден во второй половине ночи, под утро поднимаясь высоко над горизонтом. В сентябре и начале октября Красная планета пересечет созвездие Близнецов, причем в это время она будет лишь немного ярче Поллукса,



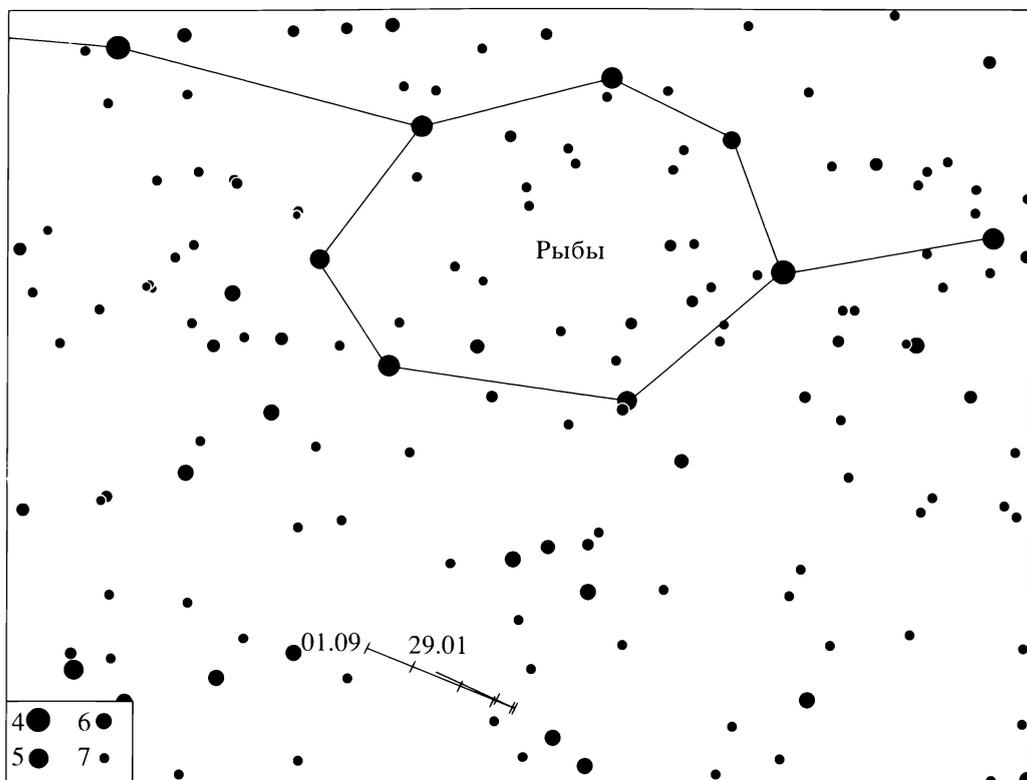
Вид южной части звездного неба в Москве 12 сентября 2009 г. в 23<sup>ч</sup> по московскому времени. Отмечено положение Юпитера.

ярчайшей звезды созвездия. 12 октября Марс перейдет в созвездие Рака. К концу октября угловой диаметр планеты достигнет 8", что позволит увидеть в крупные любительские телескопы детали на его поверхности и фазу. К Земле будет обращено северное полушарие планеты. 27 октября на Марсе состоится равноденствие, и в северном полушарии Красной планеты начнется астрономическая весна. Это благоприятствует наблюдениям северной полярной шапки Марса.

Всю первую половину ночи наблюдениям доступен **Юпитер**. Эта планета-гигант вступила в противостояние с Солнцем еще 14 августа и сейчас медленно перемещается по небесной сфере поблизости от звезды  $\iota$  Козерога (4.3<sup>m</sup>). Небольшая высота планеты над горизонтом ухудшает качество изображе-

ния в телескоп, усиливая искажения, вызванные земной атмосферой. Тем не менее даже в небольшой телескоп заметны детали на его диске. Четыре крупнейших спутника Юпитера доступны наблюдениям в бинокль. Эфемериды их взаимных затмений и покрытий можно рассчитать с помощью страницы Службы естественных спутников планет (<http://lnfml.sai.msu.ru/neb/nss/nssephmr.htm>).

В сентябре **Сатурн** недоступен наблюдениям с Земли из-за близости к Солнцу, но уже в октябре он появится на утреннем небе. Поблизости от Сатурна окажутся два более ярких небесных тела. 8 октября Сатурн сблизится с Меркурием, превосходящим его в блеске на 2<sup>m</sup>, планеты разделит расстояние в две трети лунного диска. А уже 13 октября последует сближение Сатурна с Венерой,



Карта положения Урана в сентябре 2009 г. – январе 2010 г.

которая будет ярче него приблизительно в сто раз. Условия видимости стремительно улучшатся к концу октября, Сатурн будет восходить на 3 ч раньше Солнца.

17 сентября состоится противостояние **Урана**. Планета будет видна ( $5.7^m$ ) вблизи границы созвездий Рыб и Водолея, люди с хорошим зрением смогут увидеть его невооруженным глазом.

Таблица IV

#### ЭФЕМЕРИДЫ УРАНА

Дата	$\alpha$		$\delta$		m	d	
	ч	мин	°	'			
Сентябрь 1	23	43.4	-02	40	5.7	3.6	
Октябрь 1	23	39.1	-03	08	5.7	3.6	
	31	23	35.4	-03	31	5.8	3.5
Ноябрь 30	23	33.9	-03	39	5.8	3.5	
Декабрь 30	23	35.1	-03	30	5.9	3.4	
Январь 29	23	38.9	-03	05	5.9	3.3	

## ПОКРЫТИЯ

В ночь с 10 на 11 сентября на Дальнем Востоке будет наблюдаться покрытие Лунной звездного скопления Плеяды. Явление состоится высоко над горизонтом, фаза стареющей Луны составит 0.65. В таблице приведены моменты контактов для Альционы и Атласа.

Таблица V

### ПОКРЫТИЕ ПЛЕЯД ЛУНОЙ 10 СЕНТЯБРЯ 2009 г.

Город	Альциона (2.9 <sup>m</sup> )		Атлас (3.6 <sup>m</sup> )	
	ч, мин, с	ч, мин, с	ч, мин, с	ч, мин, с
Агинское	–		16 08 28	16 45 36
Анадырь	–		17 04 21	18 01 47
Биробиджан	15 43 53	15 56 44	16 02 06	17 05 54
Благовещенск	–		16 04 08	17 00 41
Владивосток	15 21 34	15 59 50	15 50 16	16 57 41
Комсомольск-на-Амуре	15 46 03	16 05 18	16 07 42	17 12 58
Магадан	–		16 34 51	17 35 41
Нерюнги	–		16 20 45	17 01 17
Николаевск-на-Амуре	15 55 11	16 09 29	16 15 08	17 20 03
Палана	16 12 25	16 41 13	16 40 57	17 47 26
Певек	–		17 07 42	17 46 53
Петропавловск-Камчатский	15 51 39	16 46 31	16 30 34	17 45 08
Улан-Удэ	–		16 16 19	16 35 58
Уэлен	–		17 16 20	18 09 07
Хабаровск	15 38 20	16 03 43	16 02 16	17 08 20
Чита	–		16 11 52	16 44 24
Южно-Курильск	15 22 42	16 23 09	16 02 57	17 16 51
Южно-Сахалинск	15 30 02	16 19 02	16 04 28	17 16 38
Якутск	–		16 36 11	17 08 03

Следующее покрытие Плеяд состоится в ночь с 7 на 8 октября. С территории России из трех ярчайших звезд скопления доступно наблюдениям лишь покрытие Атласа (3.6<sup>m</sup>), только в Махачкале за лунным диском скроется и Альциона. К сожалению, большая фаза Луны (0.85) затруднит наблюдения. Покрытие произойдет у ее светлого лимба. Звезда пройдет севернее диска Луны на значительной части территории России, в том числе и в Москве, там покрытие не состоится.

Таблица VI

### ПОКРЫТИЕ АТЛАСА ЛУНОЙ 7–8 ОКТЯБРЯ 2009 г.

Город	Покрытие		Открытие	
	ч, мин, с	Высота, °	ч, мин, с	Высота, °
Абакан	23 07 37	49	23 50 32	43
Астрахань	21 57 59	61	23 03 32	67
Барнаул	22 56 48	54	23 46 26	48
Белгород	22 07 47	54	22 33 30	57

## ПОКРЫТИЕ АТЛАСА ЛУНОЙ 7–8 ОКТЯБРЯ 2009 г.

Город	Покрытие		Открытие	
	ч, мин, с	Высота, °	ч, мин, с	Высота, °
Бийск	22 57 35	54	23 49 58	47
Владикавказ	21 46 56	59	22 57 34	69
Волгоград	22 01 42	58	22 54 45	64
Воронеж	22 12 13	55	22 37 31	58
Горно-Алтайск	22 57 53	54	23 52 11	47
Грозный	21 48 33	60	22 59 38	69
Екатеринбург	22 42 03	57	23 05 48	57
Казань	22 36 36	57	22 43 36	57
Кемерово	23 03 31	51	23 41 30	47
Краснодар	21 47 37	55	22 45 47	63
Красноярск	23 14 39	46	23 42 06	43
Курган	22 39 31	59	23 18 51	57
Курск	22 16 38	54	22 26 36	55
Кызыл	23 09 15	48	23 58 21	41
Липецк	22 18 09	55	22 34 38	57
Магнитогорск	22 27 10	61	23 14 31	60
Майкоп	21 47 05	56	22 48 09	65
Махачкала	21 49 46	62	23 03 08	70
Набережные Челны	22 33 01	58	22 54 40	58
Назрань	21 47 27	59	22 57 46	69
Нальчик	21 46 56	58	22 55 24	68
Новокузнецк	23 01 58	52	23 47 52	46
Новосибирск	22 58 41	53	23 40 26	49
Омск	22 46 42	57	23 31 04	54
Оренбург	22 18 49	61	23 11 06	62
Орск	22 20 42	63	23 18 06	62
Пенза	22 18 51	57	22 47 27	59
Ростов-на-Дону	21 54 35	55	22 46 06	62
Самара	22 20 14	59	22 58 41	61
Саранск	22 24 46	57	22 43 46	58
Саратов	22 11 52	58	22 53 47	61
Ставрополь	21 49 33	57	22 51 52	66
Тамбов	22 17 11	56	22 39 53	58
Тольятти	22 21 11	58	22 56 13	60
Томск	23 05 19	51	23 36 12	47
Тюмень	22 46 44	57	23 12 31	56
Ульяновск	22 24 41	58	22 51 31	59
Уфа	22 29 29	59	23 05 43	59
Челябинск	22 35 02	59	23 13 42	58
Черкесск	21 47 29	57	22 52 11	66
Элиста	21 54 38	59	22 56 00	66

13 сентября 2009 г. состоится покрытие Марса Луной. Явление будет наблюдаться на севере России, по местному времени уже наступит 14 сентября. Фаза стареющей Луны составит 0.32, покрытие пройдет освещенным южным краем диска Луны. Блеск Марса составит 0.9<sup>m</sup>, его угловой диаметр – 6.1". В таблице приведены моменты контактов для центра диска Марса, а также указана общая продолжительность частной фазы ( $\Delta T$ ).

## ПОКРЫТИЕ МАРСА ЛУНОЙ 13 СЕНТЯБРЯ 2009 г.

Город	Покрытие			Открытие		
	ч, мин, с	Высота, °	$\Delta T$ , с	ч, мин, с	Высота, °	$\Delta T$ , с
Воркута	–	–	–	16 13 49	2	11
Дудинка	15 24 14	5	13	16 01 11	6	13
Норильск	15 23 36	5	13	15 59 55	7	13
Салехард	–	–	–	16 11 37	1	11
Тикси	15 28 47	16	95	15 34 48	17	95
Тура	15 17 32	3	17	15 44 47	5	17

Покрытие Марса 12 октября 2009 г. можно наблюдать в акватории Индийского океана, а для наблюдателей на территории России Марс останется севернее диска Луны.

Д.А. ЧУЛКОВ  
ГАИШ МГУ

## Информация

### Пролет астероидов вблизи Земли

2 марта 2009 г. на расстоянии 66 тыс. км от Земли со скоростью 20 км/с пролетел астероид **2009 DD45** размером около 20 м (для сравнения: размер Тунгусского метеорита – примерно 30 м). Если бы он упал на

нашу планету, то выделилась бы энергия более 1 Мт в тротиловом эквиваленте. 28 февраля 2009 г. этот астероид обнаружил астроном Роберт Макнот, изучавший фотографии, полученные с помощью телескопа системы Шмидта на обсерватории Сайдинг-Спрингс в Австралии.

18 марта 2009 г. приблизился к Земле на расстояние 79 тыс. км еще один астероид, **2009 FH**, размером 15 м. Надо отметить, что в марте 2009 г. около Земли на расстоянии от 80 тыс. км до 4 млн. км проле-

тело 18 новых астероидов размером 12–225 м (<http://www.solarmonitor.org/index.php>).

Напомним, что всего зарегистрировано примерно 6100 астероидов, пролетавших на расстоянии до 1.3 а.е. от Земли. Около тысячи из них классифицированы как потенциально наиболее опасные, потому что они сближаются с нашей планетой на расстояние менее 0.05 а.е.

Пресс-релиз NASA,  
март 2009 г.

### Иран стал девятой космической державой

2 февраля 2009 г. стартовала иранская ракета-носитель “Сафир-2” (“Safir-2”, посланник) с национального космодрома Семнан (Semnān), находящегося в пустыне Дашт-э-Кабир (35°15' с.ш. и 53°57' в.д.). Она вывела ИСЗ “Омид” (“Omid”, надежда) на околоземную орбиту высотой 246 × 378 км, наклоном 55.51° и пери-

одом обращения 90.76 мин. Форма этого микроспутника – куб с ребром 0.45 м, его масса – 27 кг. Сообщалось, что он предназначен для научных целей, в частности для сбора информации об окружающей среде. “Омид” создан специалистами Иранского космического агентства (ISA) в сотрудничестве с итальянской фирмой Карло Гаваци Спейс (Carlo Gavazzi Space). Иран стал девятой космической дер-

жавой вслед за СССР, США, Францией, Японией, Китаем, Великобританией, Индией и Израилем. Напомним, что собственными космодромами, ракетами-носителями и космическими аппаратами обладают Россия, США, Китай, Япония, Индия. Израиль и Европейское космическое агентство.

Пресс-релиз Иранского космического агентства,  
4 февраля 2009 г.

## Комета Лулинь

Февраль 2009 г. преподнес сюрприз любителям астрономии: в южной части небосвода можно было наблюдать даже невооруженным глазом довольно яркую комету Лулинь. Комета интересна тем, что движется почти в плоскости эклиптики, но в направлении, противоположном обращению планет. Она примечательна и своим редким антихвостом, направленным в сторону Солнца.

Комета обнаружена 19-летним китайским студентом Цюань-Чжи Е (Quanzhi Ye; Университет Сунь Ятсена, Гуанчжоу) на трех снимках, которые были получены тайваньским астрономом Чи-Шенг Лиин (Chi-Sheng Lin; Институт астрономии, Национальный центральный университет, Юнг-ли) в обсерватории Лулинь (Тайвань) 11 июля 2007 г. с использованием 41-см телескопа системы Ричи – Кретьена. В момент открытия комета напоминала звездообразный объект 18.9<sup>m</sup> без комы. 17 июля 2007 г., то есть спустя несколько дней после сообщения об открытии, американский астроном Ж. Янг (J. Young; Обсерватория Тэйбл Маунтин, Калифорния) обнару-

жил у объекта слабую комету размером 2–3" с яркой центральной конденсацией. Комета получила обозначение C/2007 N3 (Lulin).

Директор Центра малых планет Международного астрономического союза Б. Марсден на основе точных астрометрических данных движения кометы 11–17 июля 2007 г. вычислил параболическую орбиту этой кометы с прохождением перигелия 7 января 2009 г. в 8 ч 24 мин (здесь и далее время по Гринвичу). Когда астрометрических данных накопилось достаточно много, он уточнил орбиту кометы и момент прохождения перигелия – 14 января 2009 г. в 22 ч 48 мин, минимальное расстояние кометы от Солнца – 1.24 а.е. Оказалось, что она долгопериодическая, пришедшая из облака Оорта (Земля и Вселенная, 2008, № 6).

В феврале 2009 г. получены следующие элементы орбиты кометы Лулинь:

– прохождение перигелия 10 января 2009 г. в 15 ч 22 мин,

– наклонение орбиты к плоскости эклиптики – 178.37°,

– перигелийное расстояние – 1.21 а.е.,

– период обращения – 22 447 тыс. лет (!),

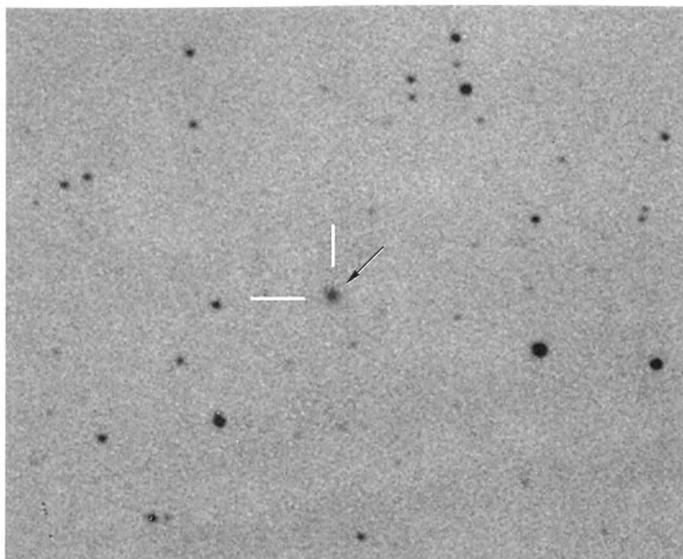
– эксцентриситет орбиты – 0.9999847656.

На протяжении последних месяцев 2008 г. по мере приближения к перигелию блеск кометы Лулинь возрастал. Так, в начале июля 2008 г. комета стала объектом примерно 12<sup>m</sup>, а в начале октября уже 9.5<sup>m</sup>. В странах СНГ активные наблюдения кометы начаты задолго до прохождения перигелия с июля 2008 г. Данные, полученные автором статьи (любительская обсерватория Taurus-1, Центр малых планет обсерватории присвоил код MPC-A98, г. Барань, Беларусь) в ночь на 4 июля 2008 г.: блеск – 12.2<sup>m</sup>, диаметр комы – 0.88'. Спустя три дня комету наблюдал в 30-см телескоп системы Ньютона астроном-любитель Виталий Невский (обсерватория MPC-B42, Витебск, Беларусь) и определил ее как объект 12.2<sup>m</sup>, диаметр комы – 0.6'.

После прохождения перигелия, 10 января 2009 г., комета стала неожиданно ярким объектом, чем привлекла к себе пристальное внимание не только профессиональных астро-

Комета Лулинь (указана стрелкой). 3 июля 2008 г., 20 ч 40 мин. Обсерватория Taurus-1 (MPC-A98), объектив – 80 мм APO (f/6.8), ПЗС-камера Artemis 285 AL, экспозиция – 150 с. Снимок Сергея Шурпакова.

номов, но и любителей астрономии. 17 января 2009 г. астроном-любитель Артем Новичонко (с. Кончезеро, Кондопожский район, Карелия) наблюдал комету с помощью 13-см телескопа системы Ньютона и оценил ее блеск как объекта 7.4<sup>m</sup>, диаметр комы – 3' с центральной конденсацией ядра кометы DC = 3 (DC – степень конденсации ядра кометы). 4 февраля 2009 г. произошел отрыв плазменного хвоста, что зафиксировали итальянские наблюдатели с помощью телескопа в штате Нью-Мексико, управляемого через удаленный доступ. Напомним, что в 2007 г. можно было наблюдать отрыв плазменного хвоста кометы Энке. В феврале 2009 г. блеск кометы Лулинь продолжал быстро расти, достигнув в максимуме, по разным оценкам, 4.5–5.8<sup>m</sup>. Это вполне объясняется тем, что большая кома (диаметр 15–30') вно-

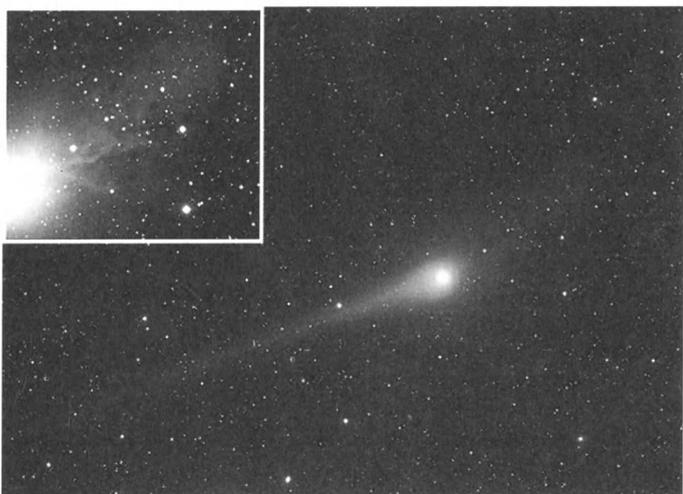


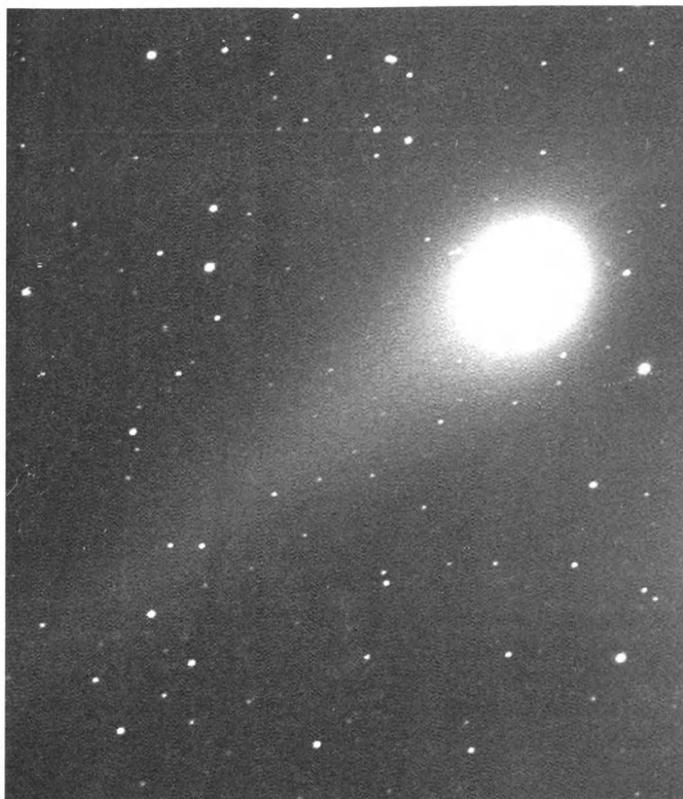
сит заметный вклад в интегральный блеск. При этом хорошо выделялась центральная звездообразная конденсация.

Приведем описание наблюдений кометы Лулинь на любительской обсерватории Taurus-1, построенной Сергеем Шурпаковым осенью 2005 г. (в июне 2006 г. Центр малых планет обсерватории присвоил код MPC-A98; [http://](http://www.taurusskystars.narod.ru/)

[www.taurusskystars.narod.ru/](http://www.taurusskystars.narod.ru/)). 19 февраля 2009 г., вооружившись биноклем 8 × 30, автор статьи пытался обнаружить комету, предварительно изучив область неба, содержащую звезды сравнения. Вот какие данные удалось получить после привязки к опорным звездам сравнения: интегральный блеск – 5.8<sup>m</sup>, диаметр комы – 15', степень конденсации ядра ко-

Комета Лулинь (во врезке – кома кометы, видна структура хвоста). Ночь на 24 февраля 2009 г. Самодельный телескоп системы Гамильтона (D = 220 мм, F = 500 мм), экспозиция 120 с на ПЗС-матрицу PL 16803. Снимок Геннадия Борисова (пос. Научный, Крым, Украина).





Комета Лулинь. 23 февраля 2009 г., 1ч 40 мин. Обсерватория Taurus-1 (MPC-A98), объектив 80 мм АРО (f/6.8), ПЗС-камера Artemis 285 AL, экспозиция – 150 с. Снимок Сергея Шурпакова.

544 мм) и ПЗС-камеры Artemis 285 AL, которые подтвердили наличие газового хвоста I типа и антихвоста.

Наиболее тесное сближение кометы Лулинь с Землей до расстояния 0.41 а.е. (около 61 млн. км) произошло 24 февраля 2009 г. Тогда максимальный блеск кометы достиг 4.5<sup>m</sup>, то есть комета была немного слабее Туманности Андромеды (M31).

Невооруженным глазом комету можно было видеть не более двух недель в феврале 2009 г. Затем блеск кометы стал уменьшаться, но еще на протяжении нескольких месяцев она была доступна скромным любительским телескопам.

*С.Э. ШУРПАКОВ,  
г. Барань, Беларусь*

меты DC = 4. 23 февраля 2009 г. в 21 ч 40 мин автор наблюдал комету невооруженным глазом как объект 5.4<sup>m</sup>. Диаметр комы оказался равным 10' при степени конденсации

DC = 3 с едва заметным диффузным газовым хвостом. В ту же ночь автор сделал серию снимков кометы с помощью 80-мм объектива АРО (апохромат, фокусное расстояние –

## Информация

### Температура атмосферы Плутона

Температура атмосферы Плутона оказалась “горячей” (–180°C), а его поверхность

охлаждена до –230°C. Эти данные получены недавно в ходе исследований на Очень Большом Телескопе (Very Large Telescope) Европейской Южной Обсерватории (ESO). Ученые объясняют такую температуру повышенным содержанием метана в его атмосфере, которая в 100 тыс. раз разреженнее земной. Его тонкая газовая оболочка содержит 98% азота, 0.5% метана и менее

1% монооксида углерода. Атмосфера образовалась в результате испарения льда, находящегося на поверхности Плутона. Газообразный метан способствует сильному парниковому эффекту. Это и объясняет разницу в температурах атмосферы и поверхности.

*Пресс-релиз ESO,  
4 марта 2009 г.*

## О величии снега, льда, ледников

Зима, мороз, холодный ветер, метель, снег, лед – все это особенно близко живущим в России, стране преимущественно северной. Об этом напоминает **Ю.П. Супруненко** на первых страницах своей книги *“Сверкающий мир снега и льда. Занимательная гляциология”*. Она вышла в свет в 2009 г., подготовлена к изданию в научно-популярной серии “Ступени” редакционно-издательской группой “Наша школа” (ОАО “Московские учебники и картолитография”). Ю.П. Супруненко – кандидат географических наук, писатель, автор нескольких научно-популярных книг и статей, публиковавшихся в том числе в нашем журнале (Земля и Вселенная, 2006, № 1; 2007, № 1). Книга посвящена отцу автора – писателю П.П. Супруненко и ведущему российскому гляциологу академику В.М. Котлякову, “крестившим” его в литературу и гляциологию. Она продолжает традицию, берущую начало с книг о “занимательных науках” классика российской популяризации А.Я. Перельмана, имевшего дело в основном с точными науками – математикой, физикой, химией. Ю.П. Супруненко написал занимательно о гляциологии, науке о снеге, льде и ледниках. Она представляет собой подлинную научно-популярную энциклопедию ледников земного шара. *“Как бы далеко ни находились ледники, – считает автор, – они постоянно вызывают жгучий интерес своей загадочностью и неповторимостью”*. Из книги читатель узнает многое об истории открытия и исследования отдельных ледников и ледниковых районов, о постепенном развитии гляциологии – науки обо всех разновидностях льда на земной поверхности, оформив-

шейся как одна из наук о Земле в начале второй половины XIX в.

В книге объемом более 300 страниц девять разделов и 42 главы (по сути, это самостоятельные очерки), а кроме того – два приложения: “Холодный тест” (12 контрольных вопросов к прочитавшим книгу) и словарь терминов, объясняющий более 90 специальных слов и понятий, используемых в ней. Названия глав очень выразительны: *“Шестилучевая неповторимость”* (о природе снежинки), *“Из симфонии зимы”* (о взаимоотношениях снега с ветром, Солнцем, различными типами погоды), *«Под натиском “вечного льда”»*



(о космическом значении льда), *“Вытекающие из каменных морей”* (о похожих на ледники каменных глетчерах), *“В подземных чертогах холода”* (о подледных тоннелях, реках и пещерах), *“Через анабиоз – к продлению жизни”* (об удивительной способности льда сохранять в замороженном виде живые клетки и переносить их с одной планеты на другую через космическое пространство)...

*“Что есть в природе более радующее душу, чем падающий снег?.. – спрашивает автор. – Изменчив и многолик мир снега. Хрупкая снежинка рождает массивные ледники, давящие и сметающие все на своем пути. Пожалуй, это одно из тех чудес природы, с которыми мы сталкиваемся на каждом шагу и о которых так мало знаем”.*

Вступление в книгу названо сказочно: *“Где обитает Дед Мороз?”* С явным удовольствием автор перечисляет все 70 из существующих в русском языке названий разновидностей снега и связанных с ним явлений, приведенных В.И. Далем в *“Словаре живого великорусского языка”*. Их дополняют яркие описания снега, метели, морозной погоды из произведений классической русской литературы. И не только русской: катастрофически быстрое движение ледника в Гималаях достаточно верно описал никогда не бывавший в этих горах, да и вообще на ледниках, Томас Майн Рид в романе *“Охотники за растениями”*.

Скопление крохотных снежинок, кристалликов с осью симметрии шестого порядка (тайну которых пытался разгадать еще Иоганн Кеплер, написавший в 1611 г. сочинение *“О шестиугольном снеге”*), образует порой грандиозный по площади снежный покров.

Ледники формируются из ежегодных отложений снега, порожденного атмосферой. Один только самый сильный снегопад, зарегистрированный в книге рекордов Гиннеса, продолжавшийся в апреле 1921 г. в горах американского штата Колорадо 24 ч, оставил снежный покров толщиной почти два метра. В долине Парадайс в тихоокеанском штате Вашингтон за зиму накапливается более 30 м снега. Ученые считают это место *“полюсом снежности”*. Столь же велики снего-

накопления в горных районах Аляски и Камчатки.

Перекристаллизовавшийся снег превращается в крупнозернистый фирн, из которого под воздействием высокого давления формируется монокристаллический лед, живущий по своим законам.

Переходя к рассказу собственно о *“сверкающем снеге и льде”*, автор замечает, что твердый, кристаллический лед часто не отличим от таких минералов, как кварц или горный хрусталь. Лед следовало бы называть минералом или одноминеральной горной породой, расплав которой – вода – заполняет на земном шаре грандиозные впадины океанов, озерные чаши и русла многочисленных рек. Тем более что на других планетах Солнечной системы вода встречается значительно реже льда или отсутствует совсем.

Выдающийся минералог академик А.Е. Ферсман писал: *“Если б мы жили в обстановке вечного холода, градусов на 20–30 ниже нуля, лед был бы для нас самой обыкновенной горной породой, которая образовывала бы скалы и горы, и его расплавленное состояние называли бы водой... и радовались бы, когда как-нибудь случайно, под действием ярких лучей солнца получался бы жидкий лед, так же как нас поражает расплавленная сера вулканов или застывшая в термометре капля ртути”.*

Хотя значительное место в книге отведено вопросам физики льда и снега, в основном она посвящена распространению на Земле ледников. Заглянув в самые холодные места на Земле, где традиционно располагаются *“полюса холода”* – один в Якутии, в Верхоянске и Оймяконе, другой в Антарктиде, на российской станции Восток, – автор приходит к выводу, что *“все же, очевидно, холоднее там, где больше льда”*.

Ю.П. Супруненко, до того как стал гляциологом, увидел ледники в горах глазами альпиниста. И в книге горно-долинным ледникам значительно больше уделено внимания, чем ледниковым покровам Арктики и Антарктики, заключающим в себе основную массу льда на Земле.

В разделе *“На ближних просторах”* рассмотрены ледники Кавказа, Сибири и



*Ледники вершины Казбек (5036 м), грузинское название которой – Мкинварцвери – переводится как Гора с ледяной вершиной. Центральный Кавказ.*

Центральной Азии. Ледникам Америки, Африки и Антарктиды посвящено пять глав раздела “За горами, за морями”. Рассказ о высокогорных ледниках начат с крупнейшего в Евразии ледника Федченко на Памире. В конце 30-х гг. XX столетия его исследовала экспедиция АН СССР под руководством Н.П. Горбунова. В 1933 г. на высоте 4169 м над уровнем моря была построена самая высотная в те времена горно-ледниковая гидрометеорологическая обсерватория, стройматериалы для которой поднимали по леднику длиной почти 80 км на вьючных верблюдах.

От Памира внимание читателя переключается на Тянь-Шань с его монолитным массивом Хан-Тенгри, закованным в лед пиком Победы, долинными ледниками хребтов Терской и Кунгей Алатау, обрамляющих голубой Иссык-Куль. Далее он познакомится с описанием экспедиций на один из крупнейших горных ледников Северного полушария – Иньльчек, протянувшийся более чем на 100 км у подножия Хан-Тенгри. Первыми были русские географы – путешественники П.П. Се-

менов-Тянь-Шанский, Н.А. Северцов, И.В. Мушкетев. С этим же ледником связаны приключения австрийского альпиниста и исследователя гор профессора Готфрида Мерцбахера. В 1903 г., поднимаясь по одному из ответвлений Иньльчека, он обнаружил большое озеро, окруженное льдами, по которому плавали айсберги. Это необычно для озера, находившегося высоко в горах. Еще более странным показалось, что вода из озера периодически уходила, а затем появлялась вновь. Лишь через много лет гляциологи раскрыли тайну озера Мерцбахера: внутри ледника существует система туннелей и подледных рек, благодаря которой и происходит дренаж озера.

Переходя к горному поясу Южной Сибири, Ю.П. Супруненко особое внимание обращает на увенчанную ледниками

*Ледники на склонах высочайшей вершины Земли – Джомолунгмы (Эвереста) – третьего полюса нашей планеты (после Северного и Южного географических полюсов).*



“священную” вершину Алтая Белуху. Овеянная легендами, нередко именуемая “пупом Земли”, эта гора неоднократно запечатлена на картинах Н.К. Рериха. На Камчатке, как в Исландии и в южно-американских Андах, ледники непосредственно соприкасаются с продуктами вулканических извержений, при этом возникают грозные селевые потоки, сметающие всё на своем пути. Здесь соединяются лед и пламень. В Северной Америке со склонов горы Святого Ильи на Аляске нисходят два самых грандиозных ледника Северного полушария – Малайспина и Хаббард. Длина каждого из них более ста километров, площадь первого – 4500 км<sup>2</sup>, второго – в 10 раз больше. Это отливно-приливные ледники, на режим которых огромное влияние оказывает Тихий океан; в его воды на глубину до 300 м погружаются их концевые части, рождая величественные айсберги. Упомянув еще рекордный по длине в этом регионе, но не по площади, ледник Беринга, Ю.П. Супруненко делает вывод: *“Это поистине великий памятник природы”*.

О ледниках, встречаемых в тропиках, он замечает: *“Они созданы здесь природой как бы людям на удивление”*. Они невелики по размерам, и природа поместила их на высоты более 5000 м. Там они существуют. Горы Кения и Килиманджаро – давно потухшие, сильно разрушенные эрозией вулканы. Еще один пятитысячник в Африке – горный массив Рувензори – разместил на своей вершине около 40 ледников (общей площадью всего 5 км<sup>2</sup>). Людям из восточно-африканского племени суахили, жившим в знойной пустыне под горой, они казались нашлепками серебра. Но когда представители племени поднялись на вершину, пройдя через густые заросли гигантских трав, в которых обитали гориллы, и зачерпнули горсть “серебра”, она стала таять в руках, превратившись в воду. Велико же было их недоумение и разочарование, вызванное первым знакомством со льдом! Завершается рассказ о современном оледенении Африки “печальным выводом гляциологов”: за последние сто лет ледники Африки потеряли более 80% площади. Из всего ледникового ожерелья планеты, свидетельствует Ю.П. Супру-

ненко, тропические ледники сокращаются наиболее интенсивно.

Гляциологи единодушно признают, что во всех ледниковых районах планеты ледники сокращают свои размеры, неуклонно отступая. Это касается даже Антарктиды, которой в книге посвящен очерк *“Антарктический аккорд”*, завершающий обзор ледников Земли. Автор пишет: *“Континент, имеющий площадь 13975 тыс. км<sup>2</sup>, кажется сплошным, сверхгигантским ледником. Так беспредельна его сплошная белая пустыня... так фантастически огромна глубина этого ледяного океана...”* Убыль антарктического льда происходит в результате откалывания айсбергов. В книге рассказывается о ежегодно отплывающих от ледяных берегов Антарктиды многочисленных айсбергах и существующих проектах их транспортировки через воды Мирового океана в засушливые районы Земли.

Антарктида – континент мира и науки. Многие ее тайны раскрыты учеными разных стран, в том числе и России, каждый год посылающей туда своих исследователей на протяжении уже более полувека. Уникально подледное озеро Восток размером с Байкал, названное по имени научной станции. Удивительны шельфовые ледники Антарктиды, оазисы, воды в каждом из них достаточно для снабжения крупного города.

Не сразу была найдена гляциологами причина странного поведения пульсирующих ледников. Время от времени эти ледниковые потоки, годами ничем не привлекавшие к себе внимания, совершенно меняют свой облик. На леднике возникают волны, внезапно в несколько раз возрастает скорость их движения, так что они начинают представлять определенную угрозу для расположенных в долине селений. В “жизни” таких ледников периодически наступает кризис, происходит “разгрузка” накопившегося льда. В книге рассмотрены случаи быстрых подвижек ледников на Кавказе, Памире, Шпицбергене, подробно описаны обстоятельства трагической гибели кино съемочной группы Сергея Бодрова (сентябрь 2002 г.), оказавшейся на пути пульсирующего ледника Колка в Кармадонском ущелье Северной Осетии.



С высокой скоростью до 1 м/сут (!) постоянно движутся ледники Гималаев, известные своими ледопадами и замерзшими водопадами. А ледники южноамериканских Анд славятся удивительными ледяными скульптурами, “вырезанными” из льда солнечными лучами. Эти похожие на молящихся монахов фигуры называют “кающимися”.

Книга Ю.П. Супруненко отличается от других научно-популярных книг гляциологов, в первую очередь, своей истинной занимательностью. Она прекрасно иллюстрирована: в ней около 300 по большей части цветных фотографий, преимущественно высокого качества. Лишь иногда возникает ощущение некоторой их избыточной декоративности. Можно пожалеть также о том, что к ряду фотографий нет обстоятельных поясняющих подписей и конкретной адресной привязки. Но в целом полиграфическое оформление

издания можно назвать роскошным. Это ценнейший подарок всем любознательным. Интересующимся необъятной природой Земли оно дает возможность представить все великое значение оледенения Земли и осознать необходимость его сохранения как важнейшей стороны природы планеты.

*В.А. МАРКИН,  
кандидат географических наук*

## *Информация*

### **Рудоносные гайоты Магеллановых гор**

Группа ученых Петропавловска-Камчатского из Института вулканической геологии и геохимии ДВО РАН и Научно-исследовательского геотехнологического центра при участии Камчатского областного краеведческого музея начала проводить исследования плосковершинных подводных Магеллановых гор в северной части Тихого океана. Это дугообразная цепь потухших вулканов, протянувшаяся в средней

части Восточно-Марианской впадины на глубине 1200–1300 м. Когда-то она возвышалась над океанской поверхностью, но в результате волно-прибойной деятельности океана вершины гор оказались срезанными. Погрузившиеся под воду потухшие вулканы подвергались воздействию морской воды, их склоны постепенно покрывались пленкой гидроксидов железа и марганца, толщиной от 4 до 20 см. Эти образования в океане, исследуемые учеными разных стран мира, названы гайотами, по имени их первооткрывателя швейцарского геолога и географа Арнольда Гюйо (1807–1884).

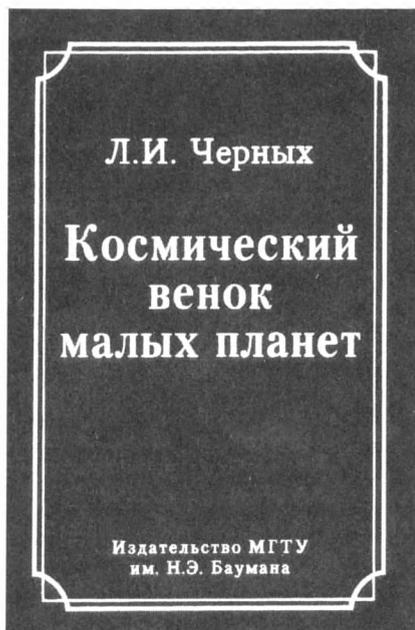
В полиминеральных покровах, обволакивающих выходы коренных пород, содержатся фосфориты и множество дру-

гих химических элементов (медь, кобальт, никель, таллий, титан). Область, потенциально богатая полезными ископаемыми, охватывает в северной части Тихого океана площадь до 9 тыс. км<sup>2</sup>. Эту часть океанского дна между Марианскими островами на западе и Маршалловыми островами на востоке исследовали экспедиции ДВО РАН на научно-исследовательских судах “Вулканолог” и “Академик Несмеянов”.

В последнее время гайоты обнаружены и на дне Атлантического океана, где их драгирование проводило Объединение “Южморгеология” – на научно-исследовательском судне “Гелленджик”.

*По материалам Интернета*

## “Космический венок малых планет”



Так называется книга Людмилы Ивановны Черных (М.: изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008), посвященная памяти астронома Николая Степановича Черныха – организатора и научного руководителя Крымской группы наблюдателей Института теоретической астрономии АН СССР (ИТА). Группа была создана в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР (КрАО) в 1963 г. и активно работала до 1998 г. Все это время группой астрономов КрАО руководил Н.С. Черных, а группой астрономов ИТА – его супруга Л.И. Черных.

В книге рассказано об уникальных результатах реализации научно-исследовательской программы “Крымский фотографический обзор малых тел Солнечной системы”. Наблюдения астероидов проводились на двойном 40-см астрографе КрАО.

Во вступительной главе, “Малые планеты – космические соседи Земли”, автор рассказывает о природе малых планет, истории их открытия, Международной службе малых планет и создании Крымской группы наблюдателей. Мы узнаем о поразительных успехах не-

большого коллектива ученых-энтузиастов (в лучшие годы не более пяти сотрудников), о том, что в Крыму открыто 1437 малых планет, из которых 536 – Н.С. Черным и 268 – Л.И. Черных.

Вторая часть книги – мемуары Н.С. Черныха. Еще в студенческие годы исполнилась его мечта: он стал астрономом. Тогда же женился на своей сокурснице Людмиле, которая многие годы была его соратницей, а сегодня продолжает дело супруга. Николай Степанович повествует о начале наблюдений малых планет в Симеизской обсерватории в послевоенные годы, о том, как ему (аспиранту ИТА) предложили стать сотрудником КрАО и организовать наблюдения по программе поиска астероидов, об астрономическом обеспечении полетов станций к Луне и планетам, об участии в первой лазерной локации лунной поверхности и о многом другом. Воспоминания завершает рассказ о том, как открывают малые планеты и как им присваивают имена.

Основная часть книги содержит информацию об именах малых планет, открытых в Крыму: официальное название малой планеты, дата и автор ее открытия, а также краткая справка о людях или организациях, в честь которых назван астероид.

Заключительная часть книги – таблицы “Названия малых планет, открытых в КрАО”. Каждая из таблиц объединяет “владельцев” малых планет по роду их деятельности, например “Космонавтика”, “Институты, обсерватории, организации”, “Артисты, режиссеры” и другие; самый длинный список – “Астрономы”. В таблице читатель найдет интересующие его данные об астероидах: в честь кого/чего назван, номер и название малой планеты, кем открыта, дата открытия. Завершает книгу послесловие, написанное ведущим научным сотрудником КрАО, доктором физико-математических наук Б.М. Владимирским, где, в частности, отмечается: «*Публикация “Крымского обозрения малых планет” – важное событие. В истории астрономии немного примеров, когда немногочисленная группа, используя весьма скромный телескоп, в стандартных климатических условиях добилась бы таких блестящих результатов*».

© Б.Г. ПШЕНИЧНЕР

## 36-й полет “Дискавери”

15 марта 2009 г. в 23 ч 43 мин 44 с (здесь и далее время по Гринвичу) из Космического центра им. Дж. Кеннеди (NASA) осуществлен запуск космического корабля “Дискавери” по программе STS-119. Он стал 123-м полетом кораблей “Спейс Шаттл” и 26-м в рамках строительства МКС. Старт “Дискавери” переносился шесть раз из-за неисправности в системе подачи топлива в двигатели.

В ходе выполнения программы полета длительностью 13 суток астронавты трижды выходили в открытый космос для монтажа последней (четвертой) пары панелей солнечных батарей длиной почти 14 м на ферме S6, а также доставили на Землю оборудование и результаты экспериментов.

Корабль пилотировал экипаж из семи астронавтов. Командир корабля – **Ли Аршамбо** (Lee J. Archambault; 286-й астронавт США, 454-й астронавт мира), 1960 г. рождения, полковник ВВС США; пилот – **Доминик Антонелли** (Dominic A. Antonelli; 310-й астронавт США, 487-й астронавт мира), 1967 г. рождения, капитан 2-го ранга ВМС США, магистр по астронавтике и аэронавтике; специалисты полета – **Джозеф Акаба** (Joseph M. Acaba; 311-й астронавт США, 488-й астронавт мира), 1967 г. рождения, магистр геологии, гидробиолог, преподаватель астрономии в средней школе; **Джон Филлипс** (John L. Phillips; 252-й астронавт США, 401-й астронавт мира), 1951 г. рождения, доктор наук по геофизике и космической физике; **Стивен Свонсон** (Steve R. Swanson; 287-й астронавт США, 455-й астронавт мира), 1960 г. рождения, магистр по вычислительным системам, работает в директорате Космического центра им. Л. Джонсона; **Ричард Арнольд, второй** (Richard R. Arnold, II; 312-й астронавт США, 489-й астронавт мира), 1963 г. рождения, магистр в области инженерной экологии, преподаватель математики и естественных наук в школе; **Коичи Ваката** (Koichi Wakata; 4-й астронавт Японии, 340-й астро-

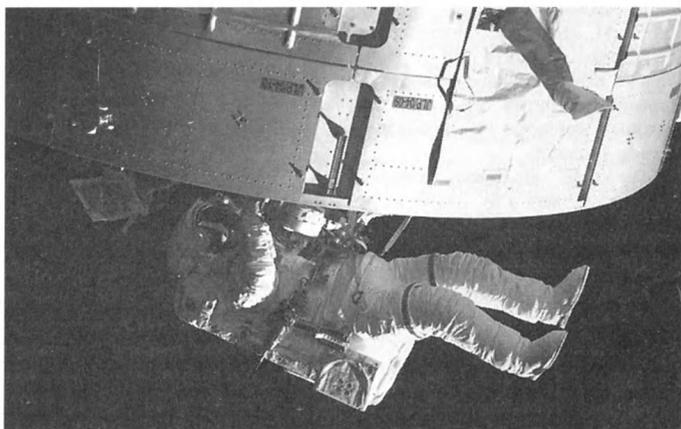


Экипаж “Дискавери” (STS-119): верхний ряд – Дж. Акаба, Дж. Филлипс, С. Свонсон, Р. Арнольд, К. Ваката; нижний ряд – пилот Д. Антонелли и командир Л. Аршамбо. Фото NASA.

навта мира), 1963 г. рождения, магистр в области прикладной механики, пилот, занимался техническим обслуживанием авиалайнеров. Д. Филлипс и К. Ваката уже совершили по два космических полета, Л. Аршамбо и С. Свонсон – по одному, остальные – новички в космосе. К. Ваката заменил астронавта NASA Сандру Магнус (бортинженер МКС-18), которая прилетела 16 ноября 2008 г. на КК “Индевор” (STS-126; Земля и Вселенная, 2009, № 2).

Стартовая масса корабля “Дискавери” – 120,8 т, масса полезной нагрузки – 16,9 т, масса двух панелей солнечных батарей – 15,9 т. Корабль вышел на орбиту высотой 347 × 358 км, наклонением 51,63° и периодом обращения 91,5 мин.

17 марта выполнены маневры сближения “Дискавери” с МКС, и в 21 ч 19 мин 53 с корабль пристыковался к модулю “Гармония”. Перед стыковкой “Дискавери” на расстоянии около 200 м от станции развернулся на 360°, и экипаж МКС сделал



Астронавт С. Свонсон устанавливает антенну навигационной спутниковой системы GPS на японском модуле “Кибо”. 21 марта 2009 г. Фото NASA.

снимки наружной поверхности корабля. В тот же день астронавты из грузового отсека "Дискавери" доставили манипулятором ферму с панелями солнечных батарей. **19 марта** С. Свонсон и Р. Арнольд во время **первого выхода** в открытый космос за 6 ч 07 мин установили на МКС систему крепления фермы S6, развернули фотоэлектрические радиаторы и переместили манипулятором ферму S6 для монтажа четвертой пары панелей солнечных батарей. **21 марта** состоялся **второй выход** в открытый космос длительностью 6 ч 30 мин: С. Свонсон и Дж. Акаба подготовили к демонтажу солнеч-

ную батарею на секции P6, установили антенну навигационной спутниковой системы GPS на японском модуле "Кибо" и выполнили другие работы. **23 марта** за 6 ч 27 мин Р. Арнольд и Дж. Акаба в течение **третьего выхода** в открытый космос переместили самоходную транспорт-тележку СЕТА на рельсовом пути системы обслуживания (установлена на составной ферме) и смазали захват канадского робота-манипулятора "Canadarm-2".

**25 марта** в 19 ч 53 мин 44 с КК "Дискавери" покинул причал МКС и совершил автономный полет. **28 марта** в 19 ч 14 мин 45 с ко-

рабль приземлился на посадочную полосу космодрома Канаверал. На Землю возвратились астронавты Л. Аршамбо, Д. Антонелли, Дж. Акаба, Дж. Филлипс, С. Свонсон, Р. Арнольд и С. Магнус. Продолжительность полета "Дискавери" составила 12 сут 19 ч 29 мин. С. Магнус работала на околоземной орбите 133 сут 18 ч 17 мин.

Вахту на МКС продолжил экипаж **18-й основной экспедиции** – Ю.В. Лончаков (Россия), М. Финк (США) и К. Вахата (Япония).

*Пресс-релизы NASA и ЦУП-М, март 2009 г.*

## Девятнадцатая и двадцатая основные экспедиции на МКС

**26 марта 2009 г.** в 14 ч 49 мин 15 с (здесь и далее московское время) с космодрома Байконур осуществлен запуск ракетой-носителем "Союз-ФГ" транспортного пилотируемого корабля "Союза ТМА-14". Экипаж корабля – члены **19-й основной экспедиции** на Международную космическую станцию (МКС-19) российский космонавт Г.И. Падалка и американский астронавт М. Барратт. Третий член экипажа КК "Союза ТМА-14", гражданин США Ч. Симони, полетел на МКС в качестве туриста, причем во второй раз (первый – в 2007 г., ЭП-12). Он совершил полет по программе **16-й экспедиции посещения** (ЭП-16). Г.И. Падалка дважды совершал полеты в космос, М. Барратт – впервые в космосе. Членам экипажа МКС-19 Г.И. Падалке (командир экспедиции) и М. Барратту (бортинженер) предстоит работать на станции 200 сут. Кроме них на станции будет находиться третий член экипажа, который меняется на протяжении всей экспедиции.

**Геннадий Иванович Падалка** (89-й космонавт РФ, 381-й астронавт мира) родился 21 июня 1958 г. в Краснодаре. После окончания в 1979 г. Ейского высшего военного авиационного училища летчиков служил в Группе советских войск в Германии, затем в Дальневосточном военном округе. Получил квалификации "Военный летчик 1-го класса" и "Инструктор парашютно-десантной подготовки", полковник запаса ВВС. С 1989 г. в отряде космонавтов ЦПК им. Ю.А. Гагарина. В 1994 г. получил квалификацию инженера-эколога в Международ-



*Экипаж КК "Союз ТМА-14": Ч. Симони, Г.И. Падалка и М. Барратт перед стартом. Космодром Байконур. Фото РКК "Энергия" им. С.П. Королёва.*

ном центре обучающих систем ЮНЕСКО. В ходе полетов на ОК "Мир" и МКС выполнил пять выходов в открытый космос. В 2009 г. окончил Российскую академию госслужбы при Президенте РФ. Герой России, награжден орденом "За заслуги перед Отечеством" IV степени, лауреат премии правительства РФ в области науки и техники.

**Майкл Барратт** (Michael R. Barratt; 316-й астронавт США, 493-й астронавт мира) родился 16 апреля 1959 г. в Ванкувере (штат Вашингтон). В 1981 г. окончил Вашингтонский университет со степенью бакалавра в области экологии. В 1985 г. получил степень магистра в Северо-Западном университете, работал в госпитале "Лейксайд" в Чикаго. В

1991 г. завершил учебу по программе магистров авиационно-космической медицины в университете "Райт Стайт". С 1991 г. работал в NASA врачом-терапевтом, затем в отделе медицинских операций программы "Спейс Шаттл", участвовал в российско-американской программе "Мир-Шаттл". В качестве врача готовил американских астронавтов в ЦПК им. Ю.А. Гагарина. С 2000 г. в отряде астронавтов NASA.

**Чарльз Симони** (Charles Simonyi; 285-й американский астронавт, 453-й астронавт мира) родился 10 сентября 1948 г. в Будапеште, в 1966 г. переехал в Данию, в 1968 г. – в США. Учился в Калифорнийском и Стэнфордском университетах по специальности Техническая мате-

матика. В 1972–1980 гг. работал в исследовательском центре Xerox Corporation в Пало-Альто, в 1981–2002 гг. – в корпорации Microsoft. В 2004 г. создал и возглавил компанию Intentional Software Co., разработал программный продукт, которым пользуются и космонавты. В 2004 г. основал “Фонд искусств и науки”. Ч. Симони – член-корреспондент Национальной академии наук Венгрии. Получил сертификат на пилотирование самолетов и вертолетов, налетал более 2 тыс. ч. Дважды прошел подготовку в ЦПК. В апреле 2007 г. совершил полет на МКС в качестве члена ЭП-12. Награжден венгерскими орденами “За заслуги” и Большим крестом Ордена Республики.

**28 марта** в 16 ч 04 мин 49 с КК “Союз ТМА-14” состыковался с модулем “Звезда” МКС. Параметры орбиты станции на момент осуществления стыковки: высота – 341,2 × 358,4 км, наклонение – 51,2°; период обращения вокруг Земли – 91,5 мин. На станции в это время находился экипаж МКС-18, российский сегмент включал: модули “Заря”, “Звезда” и “Пирс”, пилотируемые корабли “Союз ТМА-13 и -14”, грузовой корабль “Прогресс М-66”. В течение почти 10 сут на борту МКС работали экипажи МКС-18 (космонавт Ю.В. Лончаков, астронавты американец М. Финк и японец К. Ваката) и МКС-19. В программе ЭП-16: проведение фото- и видеосъемок поверхности Земли, сеансов любительской радиосвязи, эксперимент по радиационной безопасности. Программой МКС-19 (а также МКС-20) предусмотрены два выхода в открытый космос по российской программе (тестирование новых скафандров “Орлан-МК”) и семь по американской программе во время стыковок с двумя кораблями “Спейс Шаттл”, прием двух грузовых кораблей “Прогресс М-67 и М-02М” и японского “грузовика” “НТВ”. Экипажам 19-й и 20-й основных экспедиций предстоит провести на орбите 43 научных эксперимента по десяти направлениям: космическая технология, биология, материаловедение и биотехнология, медико-биологические и геофизические исследования, изучение природных ресурсов Земли и космических лучей, экологический мониторинг и образовательный. Будет продолжен уникальный эксперимент “Плазменный кристалл”, который идет на орбите



*Экипаж КК “Союз ТМА-15”: Р. Тирск, Р.Ю. Романенко и Ф. Де Винн. Фото NASA.*

уже 13 лет, космонавты разведут на станции огород (редиска, салат, пшеница).

**8 апреля** в 6 ч 55 мин КК “Союз ТМА-13” отстыковался от МКС. Спускаемый аппарат корабля с Ю.В. Лончаковым (Россия), М. Финком и Ч. Симони (США) совершил посадку в тот же день в 7 ч 16 мин северо-восточнее г. Джезказган в Казахстане. Длительность полета экипажа МКС-18 (Ю.В. Лончаков и М. Финк) – 178 сут 0 ч 14 мин, участника полета ЭП-16 Ч. Симони – 12 сут 20 ч 27 мин.

Экипаж МКС-19 Г.И. Падалка, М. Барратт и К. Ваката продолжили полет на борту станции. Третий член экипажа МКС-19/20, японский астронавт Коичи Ваката, прилетел на станцию 18 марта 2009 г. на КК “Дискавери” (STS-119). В июне 2009 г. К. Вакату сменит астронавт NASA Тимоти Копра (Timothy Kopra) во время полета корабля “Индевор” (STS-127). В августе 2009 г. Т. Копру должна сменить американка Николь Стотт (Nicole Stott), которая прилетит на станцию в корабле “Дискавери” (STS-128). Экипаж 19-й основной экспедиции Г.И. Падалка (Россия), М. Барратт и Н. Стотт (США) возвратятся на Землю на КК “Союз ТМА-14” в середине октября 2009 г. Их сменит стартующая в начале октября 2009 г. на КК “Союз ТМА-16” 21-я основная экспедиция.

**27 мая 2009 г.** с космодрома Байконур стартовал КК “Союз ТМА-15” с экипажем МКС-20. В него вошли: российский космонавт Р.Ю. Романенко (бортинженер), астронавт ESA гражданин Бельгии Ф. Де Винн (командир) и канадский астронавт Р. Тирск.

**Роман Юрьевич Романенко** (103-й космонавт РФ, 494-й астронавт мира) родился 9 августа 1971 г. в Шелково (Московская обл.). В 1988 г. окончил Ленинградское суворовское военное училище, в 1992 г. окончил Черниговское высшее военное авиационное училище летчиков, служил помощником командира корабля отряда авиационной эскадрильи НИИ ЦПК, полковник ВВС. С 1997 г. в отряде космонавтов ЦПК им. Ю.А. Гагарина. С 2001 г. – представитель ЦПК в Космическом центре им. Л. Джонсона (NASA). Проходил подготовку в дублирующих экипажах МКС-15 и -17. Его отец – летчик-космонавт СССР Ю.В. Романенко.

**Франк Де Винн** (Frank De Winne; 2-й астронавт Бельгии, 427-й астронавт мира) родился 25 апреля 1961 г. в Генте (Бельгия). В 1984 г. получил степень магистра по телекоммуникациям и гражданскому строительству в Королевской военной академии в Брюсселе. В 1986–2000 гг. служил летчиком бельгийских ВВС. В 1992 г. окончил имперскую школу летчиков испытателей в Боском-Дауне (Великобритания). С 2000 г. в отряде астронавтов ESA. В 2002 г. совершил полет на МКС в качестве члена ЭП-4.

**Роберт Тирск** (Robert Thirsk; 5-й астронавт Канады, 353-й астронавт мира) родился 17 августа 1953 г. в Нью-Вестминстере в провинции Британская Колумбия (Канада). В 1978 г. получил степень магистра по механике в Массачусетском технологическом институте. В 1982 г. защитил степень доктора медицины в Университете Мак-Гилла в Монреале. С 1983 г. в отряде астронавтов Канады. В 1996 г. выполнил полет

на КК “Колумбия” (STS-78). Прошел подготовку к космическим полетам в Космическом центре им. Л. Джонсона и ЦПК им. Ю.А. Гагарина.

**29 мая** состоялась стыковка корабля с МКС. После прибытия на МКС экипажа КК “Союз ТМА-15” номер экспедиции с 19-го поменялся

на 20-й. Начиная с 20-й основной экспедиции на МКС постоянно будут находиться шесть человек. Экипаж МКС-20 (Г.И. Падалка, Р.Ю. Романенко, Ф. Де Винн, М. Барратт, Н. Стотт и Р. Тирск) работал на станции более четырех месяцев. Ф. Де Винн, Р.Ю. Романенко и

Р. Тирск возвратятся на Землю на КК “Союз ТМА-15” в ноябре 2009 г.

*Пресс-релизы Роскосмоса, NASA и ЦУП-М,*

*март-май 2009 г.*

*Подготовил С.А. Герасютин*

## *Дорогие читатели!*

*Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу “Пресса России” (II полугодие 2009 г.) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.*

**Заведующая редакцией** Г.В. Матросова  
**Зав. отделом наук о Земле** В.А. Маркин  
**Зав. отделом космонавтики** С.А. Герасютин

**Художественные редакторы** О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина  
**Литературный редактор** О.Н. Фролова  
**Оператор ПК** Н.Н. Токарева  
**Корректор** Г.В. Печникова  
**Обложку оформила** О.Н. Никитина

Сдано в набор 27.04.2009. Подписано в печать 25.06.2009. Формат бумаги 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Офсетная печать. Уч.-изд. л. 12.2. Усл.печ. л. 9.1. Усл.кр.-отт. 4.0 тыс. Бум. л. 3.5  
Тираж 428 экз. Заказ № 341

Учредители: Российская академия наук, Президиум  
Издатель – Академиздатцентр “Наука”,  
117997 Москва, Профсоюзная, 90  
Адрес редакции: 119991 Москва, Мароновский пер., 26  
Телефоны: (факс) 238-42-32, 238-29-66  
E-mail: zevs@naukaran.ru  
Оригинал-макет подготовлен МАИК “Наука/Интерпериодика”  
Отпечатано в ППП “Типография Наука”  
121099 Москва, Шубинский пер., 6





“НАУКА”  
Индекс 70336